Maß und Zahl in der gotischen Baukunst (2. Teil)

Hecht, Konrad

Veröffentlicht in:
Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 22, 1970, S. 105-264

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

Maß und Zahl in der gotischen Baukunst

(Zweiter Teil)

Von **Konrad Hecht**

(Eingegangen am 15. 7. 1969)

III. Die Quellen

Die These, der gotische Architekt habe am Reißbrett und an der Baustelle ein geometrisches Proportionsverfahren benützt, stützt sich neben empirisch gewonnenen Ergebnissen auf historische Belege.

Unter diesen Belegen werden jene Schrift- und Bildquellen am häufigsten herangezogen, die von zwei gotischen Bauten Oberitaliens berichten. Die sogenannten Musterbücher, von denen uns das hochgotische Frankreich ein bedeutungsvolles Exemplar, das spätgotische Deutschland mehrere Ausfertigungen von bescheidenerem Zuschnitt überliefert hat, gelten in der Proportionsliteratur als bemerkenswerte, wenn auch weniger ergiebige Quellen. Zwei Buchillustrationen und einige angeblich zur Proportionierung benützte Geräte werden ebenfalls bemüht.

Von diesen historischen Belegen, dazu von einigen Texten und Abbildungen, die in diesem Zusammenhang bisher nicht beachtet wurden, ist im Folgenden zu sprechen.

A. Italienische Quellen

1. Der Querschnitt der Stadtkirche S. Petronio in Bologna nach Carlo Carrazzi 1589

Mit einer Entscheidung der Sechshundert faßte die Stadt Bologna am 31. Januar 1390 den Beschluß, dem Schutzpatron der Stadt eine Kirche zu bauen, die alles bis dahin Gesehene übertreffen sollte. Der im Dienste der Stadt bewährte Antonio de Vincenti erhielt sogleich den Entwurf und, als dieser gebilligt war, den Bau eines gemauerten Modells übertragen. Bereits am 6. Juni feierte man die Grundsteinlegung des ersten Bauabschnitts.

Als sich das Langhaus von S. Petronio gegen 1480 der Vollendung näherte, war die Front über den Rohbau kaum hinausgediehen — Teile des Hauptportals, die Gewände der Nebenportale und die Marmorbekleidung der Front vom Sockel an aufwärts standen aus — und im Inneren waren zwar die Kapellen und die Seitenschiffe gewölbt, nicht aber das Mittelschiff. Nun machten die Soprastanti della Fabbrica zunächst Anstalten, die Front fertig zu stellen. Aber das 1520 vollendete Nebenportal wurde „von Priestern, Mönchen, Arbeitern, Bauern, Wollwebern und Schulmeistern, selbst von Hausburschen und Wasserträgern" getadelt. Arduino Arriguzzi, damals Architekt von S. Petronio, war empört, derart von Jedermann belehrt zu werden[36]).

---

[36]) *Gaye* 1840, II S. 140; *Weber* 1904, S. 33f; *Gatti* 1913, S. 74, 316.

Nicht besser ging es Andrea Palladio, als sein allerseits längst gebilligtes Fassadenprojekt ausgeführt werden sollte[37]). Palladio zog sich verärgert zurück, die Front blieb als Rohbau bestehen.

Die Soprastanti wandten sich nun der Einwölbung des Mittelschiffs zu. Francesco Terribilia, der inzwischen zum Architekten von S. Petronio ernannt war, empfahl dem Bauvorstand am 25. August 1587 — vier weitere Architekten unterstützten diese Empfehlung[38]) — das im Hause des Stadtbaumeisters Ballarino stehende Modell mit einigen Änderungen der Einwölbung des Mittelschiffs zu Grunde zu legen[39]). Diese Empfehlung erhob der Bauvorstand zum Beschluß[40]). Terribilia errichtete nach den festgestellten Maßen zunächst das Gewölbe über dem — vom Eingang her gezählt — fünften Joch des Mittelschiffs.

Aber kaum waren die Gerüste gefallen, da übte ein gewisser Carlo Carrazzi, Schneidermeister von Beruf, lautstarke Kritik: Das 105′ 6″[41]) hohe Gewölbe sei viel zu nieder, denn die angemessene, aus dem gleichseitigen Dreieck abzuleitende Höhe des Mittelschiffs betrage 133′ 6″. Carrazzi erläuterte und begründete seine These in einem längeren Schriftsatz[42]). Terribilia antwortete ausführlich[43]), Carrazzi erwiderte in der Überzeugung, für die gerechte Sache seiner Vaterstadt zu kämpfen[44]).

Die Streitfrage bewegte in Bologna jedermann[45]). Schließlich hatte Kardinal Montalto, in dessen Ressort die Bausachen des Kirchenstaates fielen, Anlaß genug, die beiden Wortführer aufzufordern, ihren Streit in Rom vor einem Architektengremium auszutragen. Den römischen Berufskollegen mit einem Schneider zusammen ein Schauspiel zu bieten, war aber nicht nach Terribilias Geschmack. So baten die Bauvorsteher, der Kardinal möge Fontana und della Porta als Gutachter nach Bologna senden. Montalto lehnte ab — und entsandte schließlich Martino Lunghi.

Lunghi prüfte die Sache und kam zum Schluß, das Gewölbejoch des Terribilia sei nicht zu tadeln, es stehe vielmehr zu den Seitenschiffen und zu den Kapellen im besten Verhältnis und dieses Verhältnis leide Schaden, falls dem Mittelschiff eine beträchtlich größere Höhe zugemessen werde. Andererseits sei völlig richtig, ein Bauwerk nach dem gleichseitigen Dreieck vollenden zu

[37]) *Gatti* 1913, S. 78; *Weber* 1904, S. 41.

[38]) Es waren die beiden Stadtbaumeister Giambattista Ballarini und Pietro Fiorini, dazu der in städtischen Diensten tätige Architekt und Ingenieur Franceso Guerra und der Architekt Scipione Dattari.

[39]) *Weber* 1904, S. 43, 74; *Gatti* 1913, S. 84.

[40]) *Weber* 1904, S. 46.

[41]) So im Schreiben vom 14. September 1589 (*Weber* 1904, S. 17, Anm. 1) und in der Erwiderung Terribilias (Gaye 1840, III S. 492).

[42]) *Weber* 1904, S. 76ff.

[43]) *Gaye* 1840, III S. 490ff.

[44]) *Weber* 1904, S. 82ff.

[45]) Zum Folgenden *Weber* 1904, S. 48.

wollen — vorausgesetzt, das Bauwerk sei von Anfang an nach dem Dreieck angelegt worden. Diese Voraussetzung treffe für S. Petronio jedoch nicht zu. Das salomonische Urteil Lunghis fand in Bologna kein Gehör.

Zwei weitere Männer, Antonio Lupicini, Architekt, Festungsbaumeister und Ingenieur in Florenz, und Giovanni Batt. Alliotti, Architekt des Herzogs von Ferrara, traten 1592 auf die Seite Terribilias[46]).

Der bologneser Architekt Friano Ambrosini propagierte dagegen im gleichen Jahr 1592 die These Carrazzis, indem er einen Kupferstich herausgab[47]), der dem Gewölbejoch Terribilias ein nach Carrazzis Forderung trianguliertes Gewölbejoch gegenüberstellte (Abb. 5).

Der Streiterei, die kein Ende nehmen wollte, war Papst Clemens VIII. schließlich überdrüssig. Im Juni 1594 ordnete er an, das zum Bau der weiteren Gewölbejoche bereitliegende Baumaterial sei zu verkaufen.

Von der Absicht, die Bauarbeiten fortzusetzen, war erst wieder 1625 die Rede. Der Bauvorstand holte sich Rat bei Girolamo Rainaldi. Der lobte das Gewölbejoch Terribilias, erklärte sich aber mit einer Erhöhung des Mittelschiffs um immerhin 9′ 4″ (= 3,56 m) einverstanden[48]). Mit diesem Zugeständnis war man in Bologna aber nicht zufrieden, man wünschte mehr. Rainaldi bot 11′ (= 4,20 m)[49]). Bei diesem Ratschlag blieb es; an der Baustelle geschah einstweilen nichts.

20 Jahre danach richtete man dieselbe Frage nochmals an Rainaldi. Mehr als 11′ 6″ (= 4,39 m), im Ganzen also 117′, wollte der nicht zugestehen[50]). Man verlangte 120′, aber nun blieb Rainaldi fest[51]).

Die Einwölbung aller Mittelschiffjoche — Terribilias Gewölbejoch wurde abgetragen — war 1658 vollendet.

An den Bau der gewaltigen, überkuppelten Vierung, der Querarme und des Chores, alle 3-schiffig und mit Kapellenreihen versehen, war nicht mehr zu denken. So begnügte man sich, 1659 dem Langhaus eine Apsis anzufügen. Damit war von der Stadtkirche Bolognas, die Antonio de Vincenti zu bauen begonnen hatte, nach 270 Jahren wenigstens der erste Bauabschnitt zu Ende gebracht.

Carrazzis Forderung, die Höhe des Mittelschiffs aus dem gleichseitigen Dreieck abzuleiten, war im Werdegang von S. Petronio nur eine Episode. Wie begründete der Schneider seine These und zuvor: wie dachten die Architekten über die Höhe des Mittelschiffs?

---

[46]) Wie aus dem vermutlich 1646 abgefaßten Schreiben eines Unbekannten hervorgeht, empfahlen beide eine Mittelschiffhöhe von 105′ (*Gatti* 1913, S. 323).

[47]) In seinen beiden Schriftsätzen berief sich Carrazzi auf eine beiliegende Zeichnung. Der Stich mißt im Plattenrand 40 × 53 cm (*Dehio* 1895, Triangulation, S. 108).

[48]) Schreiben vom 16. Mai 1625 (*Weber* 1904, S. 58; *Gatti* 1913, S. 88).

[49]) Schreiben vom 3. Februar 1626 (ebenda).

[50]) Schreiben vom 19. Oktober 1646 (ebenda).

[51]) Für die Höhe des Mittelschiffs hat *Gatti* 45,00 m angegeben; 44,91 m würden 117′ 6″ entsprechen.

Zwischen 1510 und 1580 bemühte sich der Bauvorstand, wie gesagt, um die Vollendung der Front. Deren endgültige Höhe konnte von der Höhe der damals noch ausstehenden Mittelschiffgewölbe nicht unabhängig sein. So äußerten sich zahlreiche Architekten, die in diesen Jahrzehnten um einen Entwurf oder um einen Rat zur Fassade gebeten wurden, auch zur Höhe des Mittelschiffs[52]). In einem an die Bauvorsteher gerichteten Schreiben, dem die Jahreszahl 1646 von anderer Hand beigefügt ist, sind solche Empfehlungen in einer Liste zusammengestellt[53]). Da heißt es:

Für 100′ entschieden sich: Raffael, Andrea Formigine[54]), Baldassare Peruzzi, Gaspare Nadi[55]).

Für 104′ entschieden sich: Christophoro Lombardo[56]), Giulio Romano, Antonio da Sangallo d. J., Andrea Sansovino, Ottavio Mascarini.

Die Mehrzahl der Architekten entschied sich für 105′, nämlich: Antonio Lupicini[57]), Giacomo Barozzi, Andrea Palladio, Baldassare Peruzzi, Domenico Fontana, Giacomo della Porta, Pellegrino Tibaldi[58]), Martino Lunghi, Domenico Tibaldi[59]), Giovanni Batt. Ballarini[60]), Pietro Fiorini[61]), Giovanni Batt. Alliotti[62]), Scipione Dattari[63]), Bartolommeo Triachini[64]), Francesco Guerra[65]).

Das eine, zunächst ausgeführte Gewölbejoch hatte, wie Terribilia selbst versichert, eine Höhe von 105′ 6″[66]). Dieses Maß stimmt bis auf 6″ mit dem von den ratgebenden Architekten am häufigsten genannten Maß überein[67]). Mit der Forderung, das Mittelschiff von S. Petronio müsse 133′ 6″ hoch werden, hat Carrazzi dieses Maß um reichlich ein Viertel überzogen.

Carrazzis Argumentation geht von der Feststellung aus, jedes Geschöpf der Natur sei nach Proportionen, die seiner Art und seiner Gattung eigen sind,

---

52) Einigen Fassadenentwürfen ist die vorausgesetzte Höhe des Mittelschiffs beigeschrieben (*Gaye* 1840, III S. 493; *Weber* 1904, S. 60, Anm. 5).

53) Im Wortlauf bei *Gatti* 1913, S. 320.

54) Architekt in Bologna.

55) Ebenso.

56) Dombaumeister in Mailand.

57) Architekt, Festungsbaumeister und Ingenieur in Florenz.

58) Dombaumeister in Mailand.

59) Maler, Architekt und Kupferstecher in Bologna.

60) Stadtbaumeister in Bologna.

61) Ebenso.

62) Architekt des Herzogs von Ferrara.

63) Architekt in Bologna.

64) Ebenso.

65) Architekt und Ingenieur in Bologna.

66) *Gaye* 1840, III S. 492. Das von Terribilia, Carrazzi und Ambrosini am 14. September 1589 unterzeichnete Schriftstück nennt ebenfalls 105′ 6″ (*Weber* 1904, S. 17, Anm. 1). Dennoch sind im Kupferstich nur 100′ 10″ angegeben.

67) Daneben wurden 94′, 106′ und 110′ nur je einmal genannt.

schön und vollkommen gebildet. Eben darin sei die Baukunst der Natur vergleichbar, denn auch sie erlange Schönheit und Vollkommenheit durch Proportionen, die einer jeden Bauart eigentümlich sind. S. Petronio sei ein gotisches Bauwerk. Die vollkommenen Bauwerke der Gotik seien nach dem gleichseitigen Dreieck proportioniert. Dieses Dreieck sei, wie die Seitenschiffe zeigen, für S. Petronio von allem Anfang an verbindlich gewesen. Also müsse das gleichseitige Dreieck, wenn man eine Mißgestalt des Bauwerks vermeiden wolle, auch für die Höhe des Mittelschiffs maßgebend sein.

„... l'architettura ha per fine la perfettione e belezza deli edificii, come la natura si propone la perfettione e la belezza delle opere sue ... et sicome la natura nel formare gli individui di ciascuna spetie osserva modi et proportioni a quella sola spetie conuenienti; accioche ciascuno nell' esser suo divenga bello et riguardevole; cosi l'architettura in ciascuno edifitio ha proportioni et regole per formare la propria belezza che gli conviene, come adunque nell'opera della natura la belezza semplicemente nasce dalle proportioni particolari delle parti delli individui di ciascuna specie, cosi nell'architettura la belezza delli edifitii d'una genere nasce dalla proportione delle sue parti a quello convenienti, ... Se adunque l'arte ad imitatione della natura deve condure l'opere sue a fine, corrispondente alli principij sopra li quali sono incomminciati, la chiesa di San Petronio si deve continuare et finire sopra li principij et fondamenti dell'ordine sopra li quali è comminciata. Il suo ordine poi non è d'alcuno delli antichi greci o latini trattato, ma è d'un'altra specie, chiamato da ciascuno ordine thedesco, ... et questo ha per suo principio et misura nelle perfette fabriche de'tempij il triangolo epuilatero, ... Stando dunque il fondamento et la misura dell'ordine proposto, dico che l'altezza di San Petronio dovra essere la perpendicolare del triangolo equilatero sopra la cui base è constituita la sua larghezza. Percioche se l'altezza sera la perpenticolare del triangolo predetto, le parti haverano proportioni fra loro et il tempio sara bello ameraviglioso, ... è chiaro, se il principio et mezzo della fabrica di Santo Petronio è fabricato armonicamente col triangolo equilatero, che ancora il fine da questo deve essere retto et armonicamente regolato, et che il principio et mezzo sia fabricato ... sopra il triangolo equilatero, si manifesta[68]).

Das Fundament der These Carrazzis besteht in der Behauptung, S. Petronio sei auf Triangulation angelegt gewesen. Der Kupferstich (Abb. 5) verdeutlicht diese Behauptung: Über der gesamten Breite des Langhauses steht ein gleichseitiges Dreieck, dessen Scheitel die für das Mittelschiff geforderte Höhe — seltsamerweise nicht im Scheitel des Gewölbes, sondern im Scheitel des Gurtbogens — bestimmt. Über den Hälften derselben Dreiecksbasis stehen zwei weitere gleichseitige Dreiecke, deren Scheitel mit der Höhe der Seitenschiffe — ebenfalls in den Scheiteln der Gurtbögen — zusammengehen. Damit scheint Carrazzis Behauptung als zutreffend erwiesen. Bei näherem Zusehen stellt sich jedoch heraus, daß die Scheitel der kleinen Dreiecke zwar die Höhe der Gurtbögen erreichen, daß sich aber die Achsen der Seitenschiffe mit den Scheiteln der Dreiecke keineswegs decken.

Wäre diese Unsauberkeit durch ein Mißgeschick des Zeichners oder des Stechers oder durch irgend einen anderen von Carrazzis These unabhängigen Umstand verursacht, wäre kein Wort zu verlieren. Falls sich hier aber ein Widerspruch zwischen These und Baubestand andeuten sollte, hätten wir allen Grund, die

---

68) *Weber* 1904, S. 77f.

These, die Carrazzi aus dem Baubestand abgeleitet hat, vom Baubestand her zu prüfen[69]).

In seinem ersten Schriftsatz teilt Carrazzi mit, die Basis des großen Dreiecks, d. i. die Breite des Langhauses zwischen den Außenfluchten, messe 154′ und dieses Maß werde durch die Achsen der drei Schiffe in vier gleiche, je 38′ 6″ lange Abschnitte geteilt.

... la larghezza del tempio di San Petronio secondo le misure è piedi 154 la quale serà la base del triangolo predetto, ... Et per mostrare che la medesima altezza non solo è corrispondente et proportionata alla larghezza del tempio, ma anco alle naui laterali et che d'ogni parte nasce perfettissima corrispondenza et perfettione, lasciasi cadere una linea retta perpendicolare dal sopra arco della nave laterale fin al piano del pavimente della chiesa, ... Et perche in duoi modi si potrebbe mostrare, che l'altezza della maggiore nave ha con la minore doppia proportione, eleggerò il piu espedito et diro che quella proportione ha la metà della base, cioè piedi 77, ... la medesima sia da piedi $38^1/_2$, quarta parte della base della linea terrata dal sopra arco al pavimento, ...[70]).

In den Bauakten von S. Petronio sind Baumaße in bologneser Fuß häufig genannt. Tragen wir solche Angaben zusammen, erhalten wir für ein und dasselbe Maß, z. B. für die Breite des Mittelschiffs, zumeist übereinstimmende, nicht selten aber sich widersprechende Maßzahlen. Aus solchen Widersprüchen auf Irrtümer zu schließen wäre voreilig, denn, um bei dem gewählten Beispiel zu bleiben, könnte die Breite des Mittelschiffs das eine Mal zwischen den Pilastern, das andere Mal im Lichten und ein drittes Mal zwischen den Pfeilerachsen gemessen sein.

Etliche dieser Maßzahlen sind jedoch gewiß irrig. Dafür nur drei Beispiele: Die am Entwurf des Andrea de Formigine geübte Kritik betrifft vor allem die unzutreffenden Maßzahlen[71]). Giacomo Rannuzzi hat Giacomo Vignola, der mit ihm zugleich Baumeister an S. Petronio war, vorgeworfen, er habe die Länge der Front um 4′ (= 1,52 m) zu gering angegeben[72]). Terribilia benutzte in seiner Berechnung der Mittelschiffhöhe ein offensichtlich unzutreffendes Breitenmaß des Mittelschiffs[73]).

---

69) Bereits *Weber* (S. 55) hat versucht, die Zuverlässigkeit des Kupferstichs mit folgender Überlegung zu prüfen: Die Seitenschiffe seien 26,98 m hoch, was der Höhe der kleinen Dreiecke entspreche. Die Höhe des großen Dreiecks sei also $2 \cdot 26{,}98 = 53{,}96$ m. Carrazzi fordere für das Mittelschiff aber 133′ 6″ = 50,73 m, d. h. er gehe von der Seitenschiffhöhe $50{,}73 : 2 = 25{,}36$ m aus. Die für die Seitenschiffe genannten Höhen differieren um $26{,}98 - 25{,}36 = 1{,}62$ m. Diese Differenz trete im Kupferstich nicht auf, folglich entspreche dieser „nicht vollkommen den Tatsachen", was bedeute, daß Carrazzi nicht gelungen sei, die Richtigkeit seiner These zu beweisen. Diese von *Weber* angestellten Überlegungen stützen sich auf zwei fragwürdige Größen: 1. Nach *Gatti* mißt die Scheitelhöhe der Seitenschiffe 27,50 m, der Anschluß der Kappen am Gurtbogen 25,68 m. Was bezeichnet das von *Weber* angeführte Maß 26,98 m? 2. Die Größe des bologneser Fußes ist uns für das 19. Jh. bekannt. Wie groß war dieser Fuß zur Zeit Carrazzis oder, was wichtiger ist, zur Zeit Antonio de Vincentis?

70) *Weber* 1904, S. 78f.

71) *Gaye* 1840, III S. 549; *Weber* 1904, S. 71.

72) *Gaye* 1840, II S. 358ff; *Weber* 1904, S. 37.

73) *Gaye* 1840, III S. 492.

So werden wir, wenn wir Carrazzis These prüfen wollen, nicht von den in den Bauakten genannten Maßzahlen ausgehen, denn bei solchem Vorgehen wäre uns verwehrt, zutreffende Maßzahlen von irrigen Maßzahlen zu unterscheiden.

In den Bauakten sind Baumaße stets als Vielfaches des bologneser Fußes genannt. Gatti hat in seiner S. Petronio gewidmeten Monographie zahlreiche Baumaße in Meter und Zentimeter angegeben. Weshalb sollte nicht möglich sein, von den Meterzahlen ausgehend die zutreffenden Fußzahlen zu ermitteln und diese Fußzahlen den Behauptungen Carrazzis gegenüber zu stellen?

Voraus also die Frage: Wie steht es mit der Maßeinheit und wie mit den Baumaßen?

Das Äquivalent des bologneser Fußes (piede), der in 12 Zoll (oncie) geteilt war, ist im 18. und 19. Jh. mehrfach festgestellt worden: Mayer nennt 1777 38,03 cm[73a]), Baedeker 1812 37,939 cm[74]) Pangaldi 1847 38,004 cm[75]), Gatti (1913 nach ungenannter Quelle) 38,009 cm[76]). Der während der Bauzeit von S. Petronio gebräuchliche Fuß ist mit diesen Äquivalenten vermutlich nicht völlig identisch. Da Längeneinheiten dazu neigen, im Laufe der Zeit kleiner zu werden, dürfte „unser" bologneser Fuß um ein geringes größer sein als 38 cm.

Die Baumaße sind uns bekannt als Istmaße. Mit den einstens an der Baustelle aufgegebenen Sollmaßen sind diese Istmaße nicht identisch. Vielmehr sind die Istmaße um einen uns unbekannten Betrag, der die Ungenauigkeit der Bauausführung und die kaum erhebliche Ungenauigkeit der modernen Vermessung einschließt, kleiner oder größer als die Sollmaße. Wären uns die Sollmaße bekannt, wäre es ein leichtes, aus ihnen die Maßeinheit mit großer Genauigkeit zunächst einmal hypothetisch abzuleiten und danach zu prüfen, ob aus dem Verhältnis von Sollmaßen und Maßeinheit „vernünftige" Fußzahlen hervorgehen. Wie sollen wir aber aus Istmaßen, d. h. aus lediglich näherungsweise bekannten Sollmaßen und aus der ebenfalls nur näherungsweise bekannten Maßeinheit gesicherte Fußzahlen gewinnen?

Für den Grundriß der auf die Front folgenden 5 Joche des Mittelschiffs nennt Gatti 15 in den Pfeilerachsen genommene Längs- und Quermaße. Die Grenzwerte dieser Maße lauten: 19,03 und 19,16 m[77]). Die Joche sind demnach nahezu genau quadratisch. Die positiven und die negativen Ungenauigkeiten, die diesen Maßen anhaften, dürften sich im algebraischen Mittel der 15 Maßzahlen (19,11 m) nahezu ausgleichen. Dividiert man diesen Mittelwert durch das im 19. Jahrhundert festgestellte Äquivalent der Maßeinheit, so erhält man für die Seitenlänge der Grundrißquadrate die Fußzahl 50,2. Daß mit

---

73a) *Mayer* 1777, Tabelle bei S. 52.

74) *Wedepohl* 1967, S. 304.

75) *Weber* 1904, S. 7.

76) *Gatti* 1913, S. 22. — *Scamozzi* 1615, S. 73, bezeichnet eine 156 mm lange Strecke als 5″, woraus sich 1′ = 37,44 cm errechnet. Die im Buchdruck gesetzten Endmarken dürften die Maßeinheit nur näherungsweise treffen.

77) *Gatti* 1913, Fig. 12.

diesem dicht bei 50′ liegenden Wert der Wert 50′ selbst gemeint sei, ist mehr als wahrscheinlich, zumal die Maßeinheit im Mittelalter, wie gesagt, etwas größer gewesen sein dürfte als im 19. Jh. Wir setzen also 19,11 m = 50′ und erhalten daraus 1′ = 38,22 cm[78]).

Wie bewährt sich diese einstweilen hypothetische Maßeinheit? Stellt man einige Istmaße dem über diese Maßeinheit errechneten Fußzahlen gegenüber und vergleicht man diese Istmaße mit den als Produkt von Maßeinheit und Fußzahl gewonnenen Sollmaßen, stellt sich folgendes heraus (vergleiche auch Abb. 18):

	IST	FUSS	SOLL	DIFF.
Die Pfeiler des Mittelschiffs[79])				
Schaft	2,87 m	7′ 6″[80])	2,87 m	— cm
Sockel	3,63	9′ 6″	3,63	—
Die Fenster der Kapellen[81])				
Breite	6,13	16′	6,11	− 2
Höhe	13,00	34′	13,00	—
Das Lichtmaß der Kapellen in Längsrichtung[82])				
	8,74	23′[83])	8,79	+ 5
Daraus die Stärke der Strebemauern zwischen den ersten 5 Kapellen = 2′, da 2 · (23 + 2) = 50′				
Die Mauer zwischen der 10. und 11. Kapelle[84])				
	1,55	4′	1,53	− 2
Die Mauer zwischen der 11. Kapelle der Nordseite und der Sakristei[85])				
	1,65	4′ 3″	1,62	− 3
Die entsprechende Mauer der Südseite[86])				
	1,35	3′ 6″	1,34	− 1

Aus den Baumaßen ergeben sich also mit dieser einstweilen als hypothetisch angesehenen Maßeinheit durchaus einsichtige Fußzahlen. Dabei ist die Differenz (DIFF.) zwischen den Baumaßen (IST) einerseits und dem Produkt von Maßeinheit und Fußzahl (SOLL) andererseits gering. Sie ist so gering, daß in ihr außer der unvermeidlichen Bau- und Meßungenauigkeit nicht auch Diffe-

78) Ein Rechenverfahren, das später darzustellen ist, liefert als letztmögliche Annäherung den Wert 38,224 cm. Der aus den Mittelschiffquadraten abgeleitete Wert 38,22 cm ist für unsere Zwecke ausreichend genau.

79) *Gatti* 1913, Fig. 63.

80) Im Kupferstich 7′ 8″, ebenso bei Lorenzo Pisanelli (*Weber* 1904, S. 90).

81) *Gatti* 1913, S. 190, 216.

82) Mittelwert aus *Gatti* 1913, Fig. 12.

83) In der Kritik des von Andrea da Formigine vorgelegten Entwurfs 25′ (*Gatti* S. 317), im Schreiben der fünf Architekten vom 14. September 1589 23′ (*Weber* 1904, S. 17, Anm. 1).

84) *Gatti* 1913, S. 38.

85) *Gatti* 1913, S. 39.

86) Ebenda.

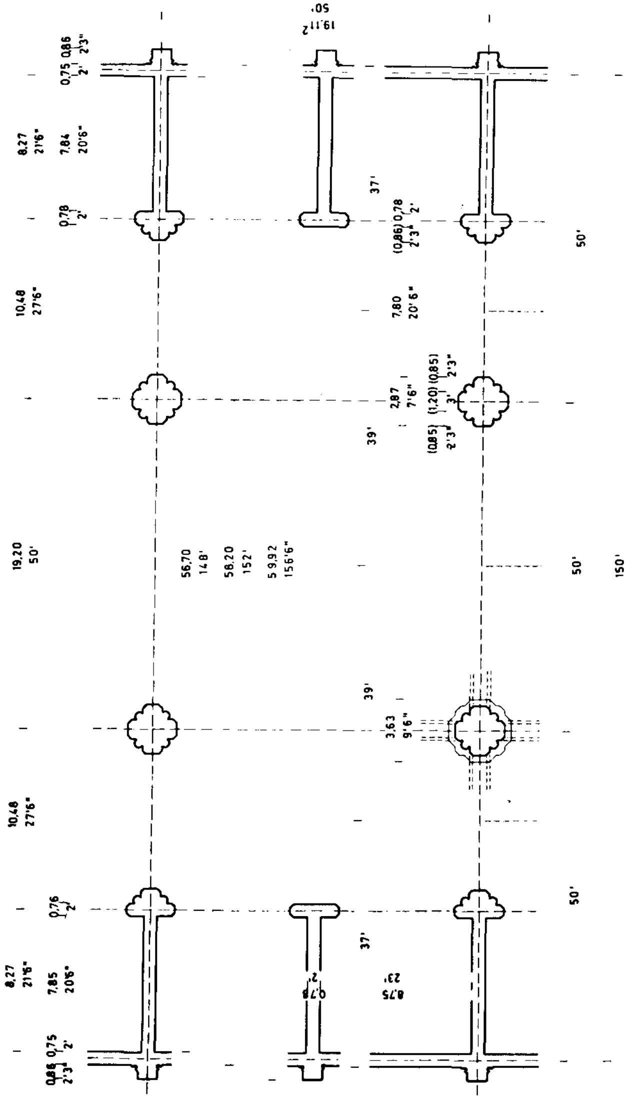


Abb. 18. Bologna S. Petronio, Ausschnitt des Langhausgrundrisses (die Baumaße in Meter nach Gatti).

renzen enthalten sein können, die sich zwischen den Baumaßen einerseits und den aus einer irrigen These abgeleiteten Thesenmaßen andererseits zwangsläufig ergeben[87]). Ausgehend von der These, gotische Baukunst sei geometrisch proportioniert, hatten wir am Beispiel des Freiburger Münsterturms erheblich größere (absolute und relative) Differenzen zwischen den Thesenmaßen und den Baumaßen aufgezeigt.

[87]) Die Differenzen der vorstehenden Maße betragen — im Positiven und im Negativen gesondert angegeben — absolut +5 bis −3 cm (im Mittel +2 bzw. −1 cm), relativ +0,6 bis −1,8% (im Mittel +0,02 bzw. −0,7%).

Aus den wenigen Baumaßen, die wir soeben mit unerheblichen Differenzen in Fußzahlen übersetzt haben, wird man keine allzu weitreichenden Schlüsse ableiten wollen. Immerhin wird man vermuten dürfen, an der Baustelle von S. Petronio seien die Baumaße tatsächlich, wie die Bauakten einhellig aussagen, in bologneser Fuß angegeben worden. Trifft diese Vermutung zu, müßte möglich sein, die Fußzahlen, die Carrazzi seiner These zugrunde legte, an Hand der Baumaße zu prüfen. Bestimmen wir also die Quermaße von S. Petronio:

Die Breite des Mittelschiffs zwischen den Pfeilerachsen[88])

19,20	50′	19,11	− 9[89])

Das Lichtmaß des Mittelschiffs zwischen den Stirnseiten der Pilaster = Achsmaß − 2 · 1/2 Pfeilerschaft = 50′ − 7′ 6″ = 42′ 6″[90])

Von den Achsen der Mittelschiffpfeiler bis zu den Achsen der Seitenschiffmauern[91])

10,48	27′ 6″	10,51	+ 3

Daraus die Breite der drei Schiffe, in den Achsen der Seitenschiffmauern gemessen = 50′ + 2 · 27′ 6″ = 105′[92])

Von den Achsen der Seitenschiffmauern bis zur inneren Flucht der Kapellenmauern[93])

8,27	21′ 6″	8,22	− 5

Die Stärke der Kapellenmauern[94])

0,75	2′	0,76	+ 1

Daraus das Achsmaß der Kapellenmauern = 50′ + 2 · (27′ 6″ + 21′ 6″ + 1′) = 150′. Dies bedeutet: Quadrate von 50′ Seitenlänge bestimmen nicht lediglich die Mittelschiffjoche; vielmehr sind solche Quadrate in drei Bahnen nebeneinander liegend maßgebend für die wichtigsten Längs- und Querachsen des ganzen Langhausgrundrisses.

Die Stärke der Seitenschiffmauern[95])

0,78	2′	0,76	− 2

88) *Gatti* 1913, Fig. 12, S. 46.

89) Die Breite des Mittelschiffs wurde an der Baustelle nicht allzu genau ausgesteckt. Wir ermitteln daher die Breite der Seitenschiffe und die Breite der Kapellen gesondert. d. h. nicht aus Baumaßen, die über die Breite des Mittelschiffs hinweggreifen.

90) Im Schreiben der fünf Architekten vom 14. September 1589 42′ 8″. Carrazzi nennt 42′ 6″, ebenso Pisanelli (*Weber* 1904, S. 17, Anm. 1, S. 88, 90).

91) *Gatti* 1913, Fig. 17, S. 23, 140.

92) Carrazzi nennt 105′ (*Weber* 1904, S. 80).

93) *Gatti* 1913, Fig. 17, S. 23, 140.

94) *Gatti* 1913, S. 166, 190.

95) *Gatti* 1913, S. 40.

Damit übereinstimmend das Lichtmaß der Seitenschiffe zwischen den Stirnseiten der Pilaster

7,80	20′ 6″[96]	7,83	+ 3

Das Lichtmaß der Kapellen[97]

7,85	20′ 6″[98]	7,83	– 2

Die Ausladung der Strebepfeiler[99]

0,86	2′ 3″	0,86	–

Daraus nun die Gesamtmaße des Langhauses:

Das Langhaus im Lichten[100]

56,70	148′	56,57	– 13[101]

Das Langhaus zwischen den Stirnseiten der Strebepfeiler[102]

59,92	156′ 6″	59,82	– 10

Das Langhaus zwischen den Außenfluchten[103]

58,20	152′	58,10	– 10

Die Breite des Langhauses dient Carrazzi als Basis des großen gleichseitigen Dreiecks. Die Länge dieser Basis mißt am Bau 152′, Carrazzi rechnet jedoch mit 154′[104].

Weiter behauptet Carrazzi, die Länge dieser Basis werde durch die Achsen der 3 Schiffe in 4 gleichgroße Abschnitte geteilt, d. h.: 38′ 6″ + 38′ 6″ + 38′ 6″ + 38′ 6″ = 154′. Die entsprechenden, aus den Baumaßen abgeleiteten Fußzahlen lauten jedoch: 37′ + 39′ + 39′ + 37′ = 152′.

Geht man von der irrigen Breite des Langhauses (154′) aus, sind die Achsen der Seitenschiffe um 6″ von den Viertelspunkten der Basis abgerückt; geht man von der zutreffenden Breite des Langhauses (152′) aus, beträgt die Differenz 1′. Die irrige Basislänge des großen Dreiecks ist der Behauptung Carrazzis demnach zuträglicher als das zutreffende Maß.

Nun zu den Vertikalmaßen der Dreiecksthese Carrazzis.

Die Höhe der kleinen Dreiecke ist im Kupferstich mit 66′ 9″[105], die des großen Dreiecks mit 133′ 6″ angegeben. Diese Höhen sollen sich wie 1 : 2 verhalten, was sich mit dem Basisverhältnis und der Ähnlichkeit beider Dreiecke von

[96] Im Schreiben vom 14. September 1589 21′ 6″, bei Pisanelli 22′ 6″ (*Weber* S. 17, Anm. 1, S. 90).

[97] *Gatti* 1913, Fig. 12.

[98] Pisanelli 20′ 6″ (*Weber* 1904, S. 90).

[99] *Gatti* 1913, S. 167, 215.

[100] *Gatti* 1913, S. 23, 46, 165.

[101] In dieser und in den beiden folgenden Differenzen gehen 9 cm zu Lasten der Austragung des Mittelschiffs.

[102] *Gatti* 1913, S. 206.

[103] *Gatti* 1913, ebenda.

[104] Ebenso Pisanelli (*Weber* 1904, S. 90).

[105] In den Schattenschraffen des rechten Seitenschiffs ist die Maßzahl deutlich zu lesen (*Dehio* 1895, Proportionsgesetz, Fig. 94). Dieselbe Maßzahl findet sich in Carrazzis zweitem Schriftstück (*Weber* 1904, S. 85).

selbst versteht. Nun behauptet Carrazzi, im Bau von S. Petronio sei die Höhe der Seitenschiffe — in den Scheiteln der Gurtbogenrücken gemessen — von Anfang an aus einem gleichseitigen Dreieck abgeleitet.

Für die Scheitel der Gurtbogenrücken hat Gatti kein Maß angegeben; er nennt aber Maßzahlen für die Anschlußhöhe der Kappenscheitel am Gurtbogen (25,68 m) und für die Kappenstärke des Gewölbes (0,30 m). Der Scheitel des Gewölberückens muß demnach wenigstens 25,68 + 0,30 = 25,98 m über dem Fußboden liegen. 25,98 m entspricht genau 68′. Carrazzi nennt aber 66′ 9″. Dies sind 1′ 3″ = 0,47 m weniger als die Mindesthöhe des Gurtbogenscheitels.

Carrazi hat sein Höhenmaß 66′ 9″ aus der Hälfte der Basis 154′ berechnet. Aus der Hälfte der zutreffenden Basislänge (152′) ergäbe sich eine Dreieckshöhe, die um 0,82 m hinter der Mindesthöhe (25,98 m) zurückbliebe. Die irrige Länge der Basis ist auch in diesem Fall der Behauptung Carrazzis günstiger als das Baumaß.

Carrazzis Behauptung, der Querschnitt von S. Petronio sei ursprünglich auf Triangulation angelegt worden — die Forderung, die Höhe des Mittelschiffs aus dem Dreieck abzuleiten, stützt sich der Sache nach ausschließlich auf diese Behauptung — war durch den Kupferstich nicht, zumindest nicht zweifelsfrei, erwiesen. Wie unsere Kontrolle gezeigt hat, ist es Carrazzi selbst mit einem irrigen, für seine These günstigen Basismaß nicht gelungen, die Baumaße mit seiner These in den Grenzen der unvermeidlichen Bau- und Meßungenauigkeit zur Deckung zu bringen.

In der Absicht, seiner Forderung Nachdruck zu verleihen, hat Carrazzi überdies eine zweite, von der Forschung in diesem Zusammenhang bisher nicht beachtete These aufgestellt. Er behauptet nämlich, S. Petronio sei ursprünglich auch auf harmonische Proportionen abgestellt worden und aus diesen Proportionen ergebe sich für das Mittelschiff ebenfalls eine Höhe von 133′ 6″. Dies ist seine Argumentation:

1. Die Höhe der Seitenschiffe (72′) stehe zur Höhe der Kapellen (48′) im Verhältnis diapente (3 : 2, Quinte).

„... la corrispondenza dell' altezza delle navi latterali con l'altezza delle capelle, la ritrovaremo in proportione diapente, poiche l'altezza della nave laterale è p. 72 et quella delle capelle p. 48[106]).

Zur Kontrolle[107]):

Gewölbescheitel der Seitenschiffe				
	27,50	72′	27,52	+ 2
Schildbogen (UK) der Kapellen				
	18,40	48′	18,34	— 6

Carrazzis Maßangaben 72′ bzw. 48′ treffen zu, ebenso das Verhältnis der beiden Maße. Was die beiden Maße — Unterkante des Schildbogens und Gewölbescheitel — ihrer Art nach miteinander zu schaffen haben, bleibt allerdings unerfindlich.

---

106) *Weber* 1904, S. 79.

107) *Gatti* 1913, Taf. III.

2. Die geforderte Höhe des Mittelschiffs (133′ 6″) stehe zur Höhe der Seitenschiffe im Verhältnis diapason (2 : 1, Oktav).

... l'altezza della nave maggiore havera proportione doppia con la minore et è chiamata Diapason, prototrice et madre di tutte le consonanze musichali[108]).

Die im Kupferstich angegebenen Höhen (133′ 6″ und 66′ 9″) verhalten sich tatsächlich wie 2 : 1. Auffallend allerdings, daß die Höhe der Seitenschiffe in der Quinte 72′, in der Oktav aber 66′ 9″ lauten soll. Die Differenz dieser beiden Angaben = 5′ 3″ = 2,00 m.

3. Die zu 154′ angegebene Breite des Langhauses diente nach der ersten These als Basis eines gleichseitigen Dreiecks. Nach der zweiten These soll diese Basis zur Höhe des Dreiecks im Verhältnis diatessaron (4 : 3, reine Quarte) stehen.

... la larghezza del tempio di San Petronio secondo le misure è piedi 154 la quale serà la base del triangolo predetto, ... esser la potenza della base alla potenza della perpenticolare in proportione sesquiterna o Diatessaron, che voliamo nominarla consonanza perfetta, ...[109]).

Carrazzi ersetzt das Verhältnis der Basis zur Höhe im gleichseitigen Dreieck ($1 : \frac{1}{2}\sqrt{3} = 1 : 0{,}866025$) durch das Verhältnis der Quarte ($4 : 3 = 1 : 0{,}75$) ohne zu bedenken, daß sich die Höhe des Mittelschiffs nach der ersten These zu $154' \cdot 0{,}866025 \approx 133'\,6''$, nach der zweiten aber zu $154' \cdot 0{,}75 = 115'\,6''$ ergibt. Die Differenz der beiden Werte ist $133'\,6'' - 115'\,6'' = 18' = 6{,}88$ m.

4. Schließlich versichert Carrazzi, die geforderte Höhe des Mittelschiffs sei die Grundlage aller harmonischen Verhältnisse des Langhauses, denn die Summe der genannten Verhältnisse — Quinte + Oktav + reine Quarte — ergebe das Verhältnis disdiapason (4 : 1, Doppeloktav).

È adunque manifesto, che la potenza dell'altezza del tempio con la potenza della sua larghezza ha proportione Diatesaron, et la medesima altezza con quella delli navi laterali ha proportione Diapason, et questa con l'altezza delle capelle ha la Diapente; le quali proportioni unite fanno la Disdiapason ... Ma se l'altezza maggiore di tutto il tempio non sara la perpendicolare del triangolo equilatero non hauera con la base proportione Diatesaron, et le diverse altezze con la larghezza delle quali è formato il tempio, adunate insieme non formarano la Disdiapason da noi detta[110]).

In der Musiktheorie mag man Intervalle addieren. Aber aus einem dreimaligen Verhältnis von je zwei Baumaßen eine Summe bilden zu wollen, ist doch Theorie um der Theorie willen!

Der Schluß ist eindeutig: Mit den gotischen Bauteilen von S. Petronio haben die drei harmonischen Proportionen samt ihrer Summe nichts zu tun.

Wir haben beide Thesen Carrazzis geprüft und können nun die Ergebnisse zusammenfassen: Die Basislänge der Triangulation stimmt mit dem Baumaß nicht überein. Die Thesenmaße der Triangulation decken sich auch nicht

---

108) *Weber* 1904, S. 79

109) *Weber* 1904, S. 78.

110) *Weber* 1904, S. 79f.

annähernd mit den Baumaßen. In der Absicht, These und Bauwerk in Übereinstimmung aufzuweisen, sind die Scheitel der Gurtbogenrücken als Paßpunkte gewählt, Punkte also, die sich als Kardinalpunkte der Proportionierung bewähren sollen, obwohl sie von keinem Betrachter des Bauwerks je wahrzunehmen sind. Ihrer Art nach verschiedene Maße — die Höhe eines Gewölbes, die Höhe der Unterkante eines Schildbogens, die Höhe des Rückens eines Gurtbogens — sind zueinander ins Verhältnis gesetzt. Zugleich ist dieselbe Höhe, die Höhe der Seitenschiffe nämlich, einem momentanen Bedürfnis der These zuliebe das eine Mal so, das andere Mal so gemessen. Und schließlich: In einem gleichseitigen Dreieck, dessen Basislänge als rationales Mehrfaches einer Maßeinheit eingeführt wird, ist die Höhe ein irrationales Mehrfaches dieser Maßeinheit. Die harmonischen Proportionen kennen dagegen nur rationale Werte. Mit der Behauptung, Triangulatur und harmonische Proportionen führten zum gleichen Ergebnis, setzt Carrazzi voraus, ein irrationaler Wert könne einem rationalen Wert gleich sein.

Carrazzis Argumentation ist demnach in allen Stücken verfehlt. Mit dem bologneser Kupferstich ist das gleichseitige Dreieck für die gotische Baukunst nicht zu belegen.

Georg Dehio, der diesen Stich bekannt gemacht hat, war anderer Meinung als er feststellte (1895, Triangulation, S. 105ff):

Der fundamentale Satz Carrazzis „war zu Folge unserem Kupferstich und seiner Beischrift eben der, dass die bestehenden mittelalterlichen Theile der Kirche nach dem Triangel proportionirt seien, und keineswegs bloss, wie man aus Terribilia's Replik entnehmen musste, die Berufung auf die Lehre Cesarianos. Wir sind in der Lage, die Behauptung genau zu prüfen. Vor mir liegt eine neue Aufnahme von S. Petronio, Querschnitt und System. Der Vergleich ergibt, dass die auf dem Kupferstich Ambrosino's gezeichneten Dreiecke über BD und CD (Höhenbestimmung der Seitenschiffe) vollkommen der Wirklichkeit entsprechen. Und damit nicht genug, auch das System des Längenschnitts (welches zu demonstriren Ambrosino nach Beschaffenheit seiner Zeichnung keine Gelegenheit hat) ist wirklich triangulirt. Unsere Fig. 2 [hier Abb. 19] gibt den gegenwärtigen, von Terribilia zum Abschluß gebrachten Zustand (Anm. Terribilias 105′ 6″ hohes Gewölbejoch wurde gegen 1658 abgetragen, als sämtliche Langhausjoche etwa 117′ hoch gewölbt wurden). Mit A ist die von seinen Gegnern geforderte Höhe nach dem Querschnitt eingetragen. Setzen wir hier den nach der Axenweite eines Doppeljochs gespannten Zirkel ein, so erreichen wir mit drei gleichseitigen Dreiecken bei B und C genau die Bogenlinie ... Hiermit ist die allergrößte Wahrscheinlichkeit, man darf wohl sagen der Beweis beigebracht, dass die von der Partei des „gothischen Schneiders" geforderte Höhe die ursprünglich beabsichtigte wirklich gewesen ist".

Um das *eine*, nach Carrazzis Behauptung für den *Quer*schnitt verbindliche Dreieck zu prüfen, errichtet Dehio im *Längs*schnitt *drei* übereinander stehende Dreiecke. Sollten beide Triangulationen zum gleichen Ergebnis führen, wäre die Übereinstimmung der beiden Triangulationen erwiesen, nicht aber die Übereinstimmung der beiden Triangulationen mit dem Baubestand. Stimmen wenigstens die beiden Triangulationen überein? Dehios Dreiecksbasis = Achsmaß der Langhauspfeiler = 50′. Die Höhe der 3 Dreiecke = 50′ · 3 · 0,866025 = 129,90′. Carrazzi hatte 133′ 6″ gefordert. Diff.: 133,50′ — 129,90′ = 3,60′ = 1,37 m. Von einer Übereinstimmung der beiden Triangulationen ist nicht die

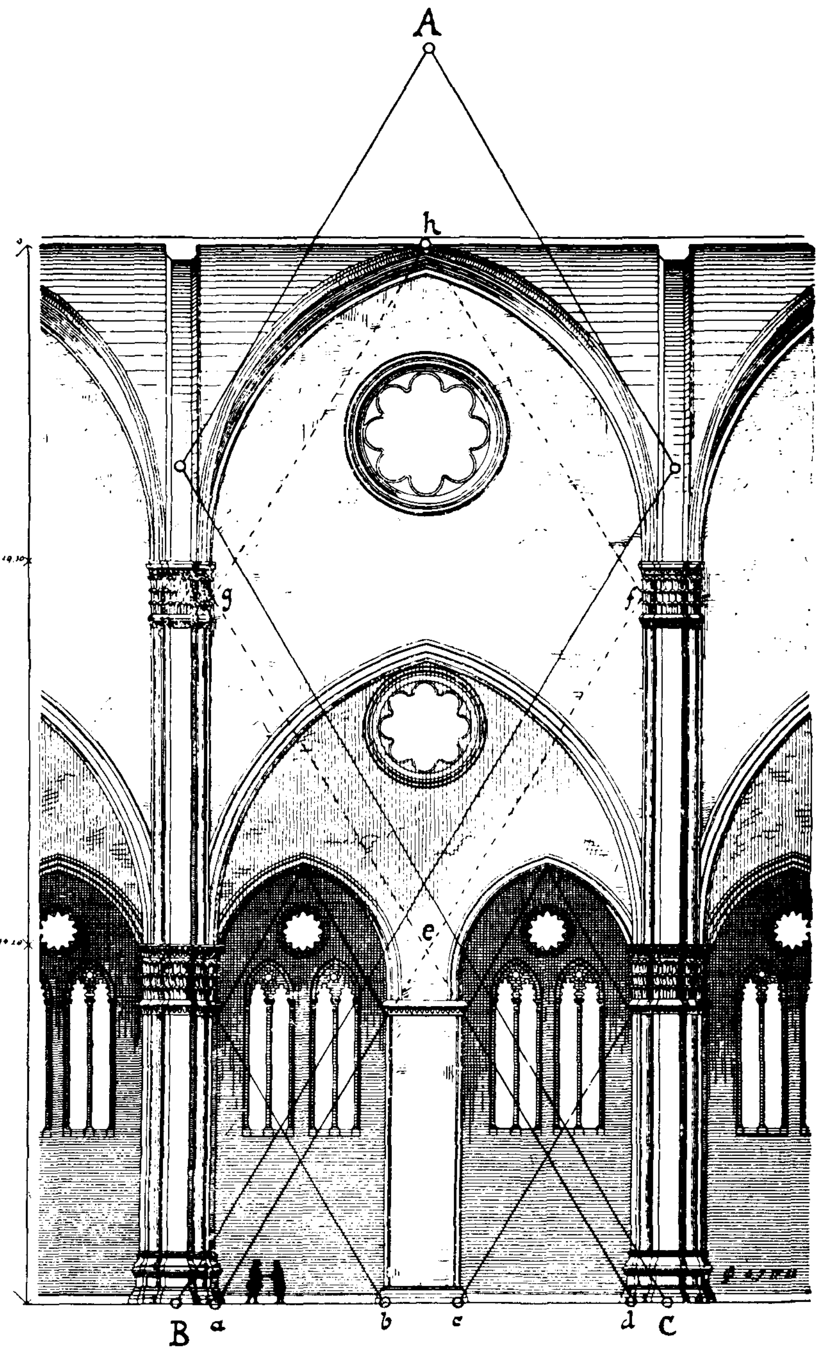


Abb. 19. Bologna S. Petronio, Triangulation (Dehio 1895).

Rede, von einer Übereinstimmung der Triangulationen mit dem Baubestand noch weniger[111]).

Dehios bzw. Carrazzis Argumentation hat sich in der Literatur dennoch durchgesetzt. Zwei Belege mögen genügen:

Ludwig Weber 1904 (S. 51): „Um Carrazzis Beweise steht es also nicht immer günstig. Er behält ja recht hinsichtlich der Frage der Triangulierung von San Petronio, doch mußte erst Dehio den Beweis erbringen, der dem Schneider nicht gelungen ist".

Otto Schubert 1954 (S. 40): „Im Jahre 1592 erschien ein Kupferstich von San Petronio in Bologna ..., durch den der Architekt Friano Ambresino ... nachweist, daß das neue Gewölbe von den Triangulationsgesetzen abweiche ... Die Beischrift enthält die Behauptung, alle alten Teile seien trianguliert gewesen. Die unglückliche Wirkung der von seinem Gutachten abweichenden Ausführung dieser Kirche gibt Ambresino recht. Sie zeigt, aber auch, daß keine Form Daseinsberechtigung besitzt, wenn sie nicht aus der Proportionalität des ganzen Werkes entstanden ist. Sie zeigt weiterhin, daß die nachträgliche Änderung der Proportionalität eines Werkes jede früher geschaffene Form ihrer Wirkungsmöglichkeit beraubt."

Zur Höhe des Mittelschiffs eine letzte Frage: Seine Forderung, dem Mittelschiff sei die triangulierte Höhe 133′ 6″ zu geben, hat Carrazzi auf die Behauptung gestützt, S. Petronio, soweit es damals aufrecht stand, sei auf Triangulation angelegt. In den Streitschriften beider Parteien ist nur von dieser Behauptung die Rede, aber keine Partei beruft sich auf den Entwurf des Antonio de Vincenti oder auf die Intentionen eines seiner unmittelbaren Nachfolger. Dies ist verwunderlich, denn noch 100 Jahre vor Ausbruch des Streites, als der Bau des Langhauses zum vorläufigen Abschluß kam, ist doch für den damals einzig noch ausstehenden Bauteil, die Wölbung des Mittelschiffs, das Höhenmaß gewiß nicht ungeklärt geblieben. Das Schweigen beider Parteien kann nur eine Ursache haben: Als der Streit ausbrach, war das Planmaterial des 14./15. Jh. verloren und vergessen. Dies bedeutet aber, daß Carrazzi keine Möglichkeit hatte, seine These auf eine gesicherte örtliche Überlieferung zu stützen[112]).

Die Streitschriften geben immerhin einen Hinweis auf die gegen 1480 beabsichtigt gewesene Höhe des Mittelschiffs. Carrazzi erhob gegen Terribilia nämlich den Vorwurf, dieser habe beim Bau seines Gewölbejochs die bestehenden Hochschiffdienste um etwa 7′ gekürzt und um dieses Maß säßen nun die Gewölbekämpfer tiefer als im gotischen Rohbau ausgeführt[113]). Terribilia bestritt diese Feststellung nicht, verteidigte sich aber mit dem Hinweis, auch die von Peruzzi, Romano, Lombardo, Vignola und Palladio vorgelegten Entwürfe hätten vorgesehen, die Hochschiffdienste um eben dieses Maß zu kürzen. Die Vorschläge der genannten Architekten lauteten auf 104′ oder 105′. Schlagen wir das Maß, um das die Dienste gekürzt wurden, hinzu und setzen wir eine

[111]) *Gatti* hat als Gewölbehöhe des Mittelschiffs 45,00 m angegeben, was etwa 117′ 6″ entspricht. Nach *Dehios* Triangulation wären 129,9′ = 49,65 m zu erwarten, d. h. 12,9′ = 4,87 m mehr als Rainaldi zugestehen wollte.

[112]) Auch Terribilia gestand, noi non havemo, ch'io sapia, regola determinata di questo ordine Tedesco (*Gaye* 1840, III S. 497).

[113]) *Weber* 1904, S. 82.

unveränderte Pfeilhöhe des Gewölbes voraus, erhalten wir eine vorgesehen gewesene Mittelschiffhöhe von 111′ bis 112′; dies sind 22′ 6″ (= 8,60 m) bis 21′ 6″ (= 8,21 m) weniger als Carrazzi durchzusetzen versuchte.

Man mag Carrazzis These drehen und wenden wie man will — mit ihrer Hilfe läßt sich eine Verbindung zwischen dem gleichseitigen Dreieck und der gotischen Baukunst auf keine Weise herstellen.

So bleibt schließlich zu fragen, wie Carrazzi auf den Gedanken verfallen sei, das gleichseitige Dreieck als die Proportionsfigur der Gotik anzusehen? Seine Gewährsleute, Vitruv vor allem und die Vitruvkommentatoren Cesariano und Barbaro, dazu Alberti und Boethius, nennt er bei jeder sich bietenden Gelegenheit[114]). Die zu seiner Zeit geschätzen Theoretiker hat er aufmerksam gelesen und aus ihnen — nicht aus der Werkerfahrung gotischer Architekten, wie man vermuten wollte — hat er sein Wissen geschöpft.

Über die harmonischen Proportionen konnte er sich da und dort, letzten Endes also bei Vitruv, informieren. Aber das gleichseitige Dreieck als die Proportionsfigur der Gotik hat er nur einer einzigen Schrift, dem Vitruvkommentar des Cesariano, entnehmen können[115]).

So müssen wir die Frage, was das gleichseitige Dreieck mit der gotischen Baukunst zu schaffen habe, an Cesariano weitergeben.

2. Der Grundriß und die Querschnitte des Mailänder Domes nach Cesare Cesariano 1521

Unter den historischen Belegen der Triangulation werden Cesarianos Grundriß und Querschnitte des Mailänder Domes gerne an erster Stelle genannt. Dies aus gutem Grund, denn Cesariano war, wie er selbst sagt, als Architekt am Mailänder Dombau tätig und hatte somit sehr wohl die Möglichkeit, die Kunst der gotischen Proportionierung entweder in der Baupraxis seiner Zeit, in der gotische Traditionen noch nachwirken mochten, oder unmittelbar in den Rissen und Niederschriften des Hüttenarchivs kennenzulernen.

In seinem 1521 in Como gedruckten Vitruv-Kommentar[116]) zog er, um die im ersten Buch Vitruvs genannten Begriffe ichnographia (Grundriß) und orthographia (Aufriß) zu erläutern, den Grundriß und den Querschnitt des Mailänder Domes heran.

a) Der Grundriß

Bereits in der Überschrift des Grundrisses (Abb. 2) kündigt Cesariano eine zweifache These an, wenn er feststellt, dieser Grundriß sei sowohl mit Hilfe

---

114) Sogar wenn Carrazzi von Selbstverständlichkeiten spricht — von der jedem Handwerker und jedem Architekten vertrauten Tatsache etwa, daß ein Sollmaß nur mit leidlicher Genauigkeit zu verwirklichen ist — bemüht er eine literarische Autorität.

115) Carrazzi trianguliert nicht die im Raumbild mitsprechende Höhe der Gewölbe, sondern die im Kirchenspeicher liegenden Rücken der Gurtbogen. *Cesariano* ist in seinem Querschnitt B des Mailänder Domes genauso vorgegangen. Seinem Gewährsmann *Cesariano* ist Carrazzi selbst in dieser verwunderlichen Einzelheit gefolgt.

116) Einer inzwischen eingerissenen Unsitte folgend ist der 1969 in München erschienene Nachdruck eine verkleinerte Wiedergabe des originalen Druckes (Satzspiegel 16,3 × 25,6 cm statt 22,2 × 31,8 cm).

gleichseitiger Dreiecke wie mit Hilfe von Quadraten in der Art der deutschen, d. h. gotischen Meister ausgetragen:

Ichnographia fundamenti sacrae aedis baricephalae, germanico more a trigono ac pariquadrato perstructa, uti etiam ea que Meridiolani videtur.

Dieses „Sowohl — Als auch" ist im erläuternden Text deutlicher ausgesprochen:

... quale [figura] e performata da la principale Ichnographia Triangulare: dopo i distincta per quadrature como uedi la menbratura inscripta de li intercolumnii: Et questa e quasi como la regula che usato hano li Germanici Architecti in la Sacra Aede Baricephala de Milano, ...

Zunächst zur These, der Grundriß des Mailänder Domes sei aus Quadraten zusammengesetzt:

In seiner Erläuterung des Grundrisses nennt Cesariano einige Baumaße[117]), so das Achsmaß der Stützen = br. 16 (= 1 · br. 16), die Achsweite des Binnenchores = br. 32 (= 2 · br. 16), die lichte Breite des Querhauses = br. 64 (= 4 · br. 16) und die lichte Länge des Querhauses = br. 128 (= 8 · br. 16).

Sed a meridiano usque ad Septentrionalem Ianuam Vestibulatam commodulationes sunt. 128. Ab interioribus extremis ... Anchora le littere Z. & R. ... Commodulatione de braza 64 ... dal una media al altra media Colunna che distingueno tuto lo procurrente ordine de le Pile Colunnare de la cella la cui distantia e de Commodulatione. 32 ... lordine de li minori Intercolumnii de Commodulatione. 16. da luno al alaltro centro de le pile[118]).

Demnach wären die Längs- und die Querachsen aller Pfeiler und genauso die inneren Fluchten der Umfassungsmauern, denen Halbpfeiler vorgelegt sind, über einem quadratischen Raster der Maschenweite br. 16 ausgetragen.

Stechen wir diese Maschenweite auf der dem Grundriß beigefügten Meßlinie ab[119]), erhalten wir in der Tat br. 16. Überdies geht Cesarianos Mitteilung, der Domgrundriß sei über einem Raster dieser Maschenweite ausgetragen, mit den Angaben, die Gabriele Stornaloco und Antonio de Vincenti gemacht hatten, völlig überein. Für die Sakristeien, für den Langchor, das Querhaus und das Langhaus des Mailänder Domes besteht demnach Cesarianos Mitteilung zu Recht.

Wie steht es aber mit dem östlichen Abschluß des Chores? Im erläuternden Text stellt Cesariano fest, im Langchor sei das Raster bis zum Pfeilerpaar PQ eingehalten und in den Pfeilerachsen P, S, T, Q schließe der Binnenchor mit drei jeweils br. 16 langen Polygonseiten. Auch die Tiefe des östlichen Umgangjoches soll offenbar br. 16 messen.

Ma le littere P. Q. ... Centricate dal una media al altra media Colunna che distingueno tuto lo procurrente ordine de le Pile Colunnare de la cella ... Et doue sono. S. P. T. Q. sono Indici distincti per lordine deli minori Intercolumnii de Commodulatione 16. da luno

117) 1 braccio = 12 oncie. Die Mailänder Elle entspricht etwa 59,5 cm (Enciclopedia italiana VII, Mailand 1930, S. 649).

118) Bereits *Beltrami* (S. 90) hat ausgesprochen, *Cesariano* schreibe einen derart geschraubten, geradezu bizarren Stil, daß seine abstrusen Erläuterungen in manchen Punkten unverständlich blieben.

119) Simmetria brachiorum seu pedum 50.

centro al alaltro centro de le pile: Et doue sono le littere. X. &. Y. Non solum Indicano la prima Complantatione del intercolumnare postico ma la exteriore latitudine extrema de la uestibulare Iauna del pronao.

Demnach wäre der Schluß des Binnenchores aus drei Seiten eines regelmäßigen Sechsecks gebildet.

Prüfen wir diese Mitteilungen Cesarianos in Cesarianos Grundriß, stechen wir also die Achsmaße PS, ST, TQ auf der Meßlinie ab, erhalten wir nicht br. 16, sondern nur reichlich br. 13. Dies entspricht der Seitenlänge eines über der Achsweite des Binnenchores (br. 32) errichteten regelmäßigen Achtecks, denn $\frac{\text{br. } 32}{1 + \sqrt{2}} = \text{br. } 13{,}254$. Demnach wäre der Schluß des Binnenchores aus drei Seiten eines regelmäßigen Achtecks gebildet. Diese Version des Chorschlusses findet im Grundriß ihre Bestätigung: Die 4 Rippen des westlich der Pfeiler P,Q liegenden Joches formieren nicht zwei diagonal verlaufende Geraden, die Rippenkreuzung ist vielmehr nach Osten gerückt, so daß die paarweise einander entsprechenden Rippen stumpfe Winkel bilden. Der Abstand der Rippenkreuzung V von der Querachse PQ entspricht auf der Meßlinie nahezu br. 7. Dies ist die Hälfte der genannten Achteckseite (der genaue Wert wäre br. 6,627). — Die Tiefe des Umgangjoches, von den Pfeilerachsen bis zur inneren Flucht der Außenmauer gemessen, entspricht br. 16 der Meßlinie.

In seinen Erläuterungen schließt Cesariano den Binnenchor mit drei Seiten des Sechsecks, im Holzschnitt aber mit drei Seiten des Achtecks. Beides zugleich ist nicht möglich. Aber Cesariano gibt keinen Hinweis, der eine der beiden Versionen als zutreffend ausweisen könnte. Welche Version stimmt nun mit dem Baubestand überein? Bei Dehio-Bezold[120]) und bei Romanini[121]) schließt der Binnenchor mit fünf Seiten des Achtecks. Damit ist keine der beiden Versionen Cesarianos bestätigt. Zu wissen, weshalb beide Versionen vom Baubestand abweichen — Cesariano könnte in der Plankammer der Bauhütte eine ältere Entwurfsvariante benützt[122]), genauso gut könnte er sich auch geirrt haben — ist für den Augenblick nicht erheblich. Nur eine Schlußfolgerung ist zu ziehen: Wenn wir die Quadratthese Cesarianos der Dreiecksthese Cesarianos gegenüberstellen, sind für den Chorschluß beide Versionen zu

120) 1901, Taf. 537.

121) *Romanini* 1964, Fig. 80.

122) In beiden Querschnitten des Mailänder Domes hat *Cesariano* den Vierungsturm quadratisch dargestellt, obwohl man vor 1521 begonnen hatte, den Vierungsturm im Achteck hochzuführen. *Beltrami*, S. 43, wollte daraus den Schluß ziehen, *Cesariano* habe seinen quadratischen Vierungsturm irgendwelchem älteren Planmaterial entnommen. Aber in dem 1412 gemalten Stifterbildnis (*Beltrami* Fig. 9) hat der Vierungsturm bereits die achteckige Gestalt. Weshalb sollte *Cesariano* nicht von sich aus auf den Gedanken gekommen sein, einen quadratischen Vierungsturm zu zeichnen? — Anders steht es mit dem Chorschluß. Wenige Jahre nach dem Baubeginn des Domes hat Antonio de Vincenti den Grundriß und den Schnitt — diesen gewiß nach vorliegender Zeichnung — skizziert (Abb. 22). In der Grundrißskizze gab er dem Chorschluß — genauso wie nach ihm *Cesariano* — vom Baubestand abweichend drei Seiten des Sechsecks.

berücksichtigen; der Baubestand muß jedoch, da wir Cesariano nicht von der Voraussetzung her Unrecht tun wollen, beiseite bleiben[123]).

Eine weitere Frage ähnlicher Art ist ebenfalls im voraus zu klären: Cesariano benützt die Strecke BC — dies ist die Entfernung der östlichen äußeren Kanten der westlichen Treppentürme des Querhauses — als Basis zweier Dreiecke. Wie lang ist diese Basis und wie weit ist sie von der benachbarten Linie des Grundrißrasters entfernt?

Den seitlich des Grundrisses stehenden Beischriften ist zu entnehmen:

a) Die Stärke der Querhausmauern = br. 3 on. 6.

Inter turrin et muri crassitudo propter onus et coaequationem hexastylae frontis ac postici br. III cum f[124])

b) Von den Querhauswinkeln bis zu den Treppentürmen = br. 12 on. $3^1/_2$.

Distantia cuiuslibet angulorum IIII es br. 12 cum quadrante et L

c) Die Seitenlänge der vier Treppentürme = br. 8 on. 4.

Quisquis latus exterior harum quatuor turrium est br. octo cum triente[125])

d) Die Stärke der Abseitenmauern = br. 2 on. 8.

Muri procurrentis ad frontem hexastylam crassitudo est br. duorum et bisse

Übertragen wir diese Maßangaben in einen Ausschnitt des Querhausgrundrisses (Abb. 20 links), so erhalten wir die Länge der Basis BC zu br. 142 on. 7

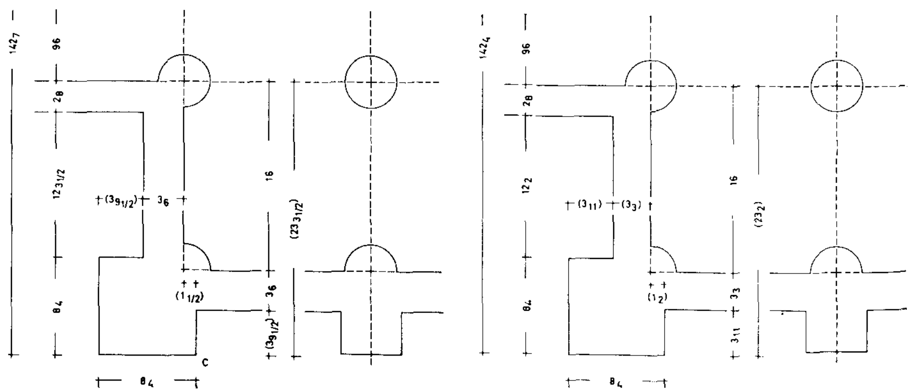


Abb. 20. Mailand Dom, Ausschnitt des Querhausgrundrisses: links nach Cesariano, rechts nach Beltrami.

123) Mit der gleichen Begründung und überdies wegen der noch zu besprechenden Verformung des Holzschnitts hätte ich Bedenken, *Cesarianos* Triangulation in den von *Dehio-Bezold* veröffentlichten Grundriß des Domes zu übertragen (*Booz* 1956, Abb. 6) und aus dem Ergebnis der Übertragung Schlußfolgerungen abzuleiten.

124) *Beltrami* (S. 224) las br. 3 cum quadrante = br. 3 on. 3. Bruchteile einer Maßeinheit wurden seit der Antike gerne in Siglen angegeben. (*Cesariano* 1521, lib. III, fol. 52; *Rivius* 1548, fol. 103 v)

125) *Beltrami* (Fig. 28, 3, hier Abb. 20) zeichnet den Umriß der Treppentürme quadratisch, nennt aber als Maße br. 8 × br. 8 on. 4.

und die Entfernung der Basis von der inneren Westflucht des Querhauses zu br. 1 on. $^1/_2$. Beide Maße stimmen mit den entsprechenden Baumaßen des Domes, die Beltrami in Ellen angegeben hat (Abb. 20 rechts) nahezu überein[126].

Nun können wir die beiden Thesen Cesarianos einander gegenüberstellen:

1. Die Länge des Domes sei br. 250.

... la Sacra Aede Baricephala de Milano, la cui Symmetria e cosi distincta per tuta la longitudine e commodulata in parte seu braze. 250. ab ortu solis, usque ad occasum ...

Cesariano gibt Hauptmaße sonst als Rastermaße, d. h. als Lichtmaße an. Die lichte Länge des Domes beträgt, wenn der Binnenchor in drei Seiten des Sechsecks schließt $= 15 \cdot 16{,}00 + \left(\frac{16{,}00}{2}\sqrt{3}\right) =$ br. 253,85. Diff.: $253{,}85 - 250{,}00 = +$ br. $3{,}85 = +\,2{,}29$ m; $+\,1{,}5\,\%$. — Dasselbe Maß, wenn der Binnenchor in drei Seiten des Achtecks schließt $= 15 \cdot 16{,}00 + \left(32{,}00 - \frac{32{,}00}{2}\sqrt{2}\right) =$ br. 249,37. Diff.: $249{,}37 - 250{,}00 = -$ br. $0{,}62 = -\,0{,}36$ m; $-\,0{,}3\,\%$.

2. Die Buchstaben A, B, C, D geben zwei gleichseitige Dreiecke an.

Sed litterae quae sunt signate. A. B. C. D. Inclusiue formant duo Trigona Equilatera.

Von der Basis BC dieser beiden Dreiecke war bereits die Rede. Der Buchstabe A, der den Scheitel des östlichen Dreiecks bezeichnen soll, steht östlich außerhalb des Chores. Welchen Punkt des Grundrisses dieser Buchstabe bezeichnet, ist unklar. Konstruieren wir das Dreieck mit dem Zirkel, machen wir folgende Beobachtung: Im originalen Druck der Stadtbibliothek Nürnberg liegt der Scheitelpunkt des Dreiecks auf der äußeren Flucht der Chormauer, im originalen Druck der Universitätsbibliothek Göttingen ebenso, im Nachdruck des Holzschnitts bei Beltrami auf der inneren Flucht der Chormauer, im Nachdruck bei Booz etwa br. 2 östlich der äußeren Flucht der Chormauer, im Nachdruck 1969 in der äußeren Flucht der Chormauer.

Die zwischen den Ergebnissen der Zirkelproben bestehenden Unterschiede gehen vermutlich teilweise zu Lasten der Reproduktionen des Holzschnitts[127], teilweise zu Lasten der originalen Drucke[128].

---

[126]) Ganz ohne Irrtümer sind *Cesarianos* Maßbeischriften nicht. Seitlich des Langhauses ist der lichte Abstand (br. 12 on. $10^1/_2$), die Breite (br. 4 on. 2) und die Ausladung (br. 3 on. 4) der Strebepfeiler vermerkt. Der lichte Abstand und die Breite eines Strebepfeilers müßten zusammen einem Rastermaß entsprechen. Die Summe der angegebenen Werte ist aber nicht br. 16, sondern br. 17 on. $^1/_2$.

[127]) Die gebräuchlichen Fotopapiere erleiden in den Bädern nicht geringe Längenänderungen, die in der Längsrichtung des Papiers anders ausfallen als in der Querrichtung.

[128]) Ein Drucker, der auf einen satten Abdruck Wert legt, hält sein Papier durch eine Spur Feuchtigkeit geschmeidig. Während des Druckens geht ein Teil dieser Feuchtigkeit in den Druckstock über. Quellendes Holz verändert aber seine Abmessungen in den drei Achsen — längs, radial und tangential — in recht verschiedenem Maße

Welchen Punkt wollte Cesariano mit dem Buchstaben A bezeichnet wissen? Wir dürfen wohl voraussetzen, auf dem Druckstock sei das quadratische Raster des Grundrisses maßgerecht vorgezeichnet gewesen. Unter dieser Voraussetzung ist es nicht schwierig, die originalen Abdrucke bzw. deren Reproduktionen zu entzerren[129]) und anzugeben, wo der Scheitelpunkt des Dreiecks ABC nach Cesarianos Meinung zu suchen sei[130]). Das Ergebnis: Der Scheitelpunkt des Dreiecks liegt nicht wie der Buchstabe A außerhalb des Chores, sondern etwa br. 4 innerhalb des Chorumgangs. Welcher Punkt des Grundrisses soll nun mit diesem Scheitelpunkt des Dreiecks bezeichnet sein? Ziehen wir das über derselben Basis BC nach Westen schauende Dreieck zum Vergleich heran. Der mit D bezeichnete Scheitelpunkt dieses Dreiecks ist mit der Rippenkreuzung des westlichen Mittelschiffjoches offenbar identisch. Von der Dreiecksbasis BC hat dieser Punkt nahezu genau dieselbe Entfernung wie die innere Flucht der Chormauer. Also wird der Scheitelpunkt A des östlichen Dreiecks in der inneren Flucht der Chormauer zu suchen sein[131]).

Dazu die Kontrollen: Die Basis BC $=$ br. 142,58. Die Höhe der beiden Dreiecke $= 142{,}58 \cdot 0{,}866025 =$ br. 123,48.

Zum östlichen Dreieck: Von der Querachse BC bis zur inneren Flucht der Chormauer, falls der Binnenchor im Sechseck schließt $= 7 \cdot 16{,}00 + \left(\frac{16{,}00}{2}\sqrt{3}\right) - 1{,}04 =$ br. 124,80. Diff.: $124{,}80 - 123{,}48 = +$ br. $1{,}32 = +\,0{,}78$ m; $+\,1{,}0\,\%$.
Ebenso, falls der Binnenchor im Achteck schließt $= 7 \cdot 16{,}00 + \left(32{,}00 - \frac{32{,}00}{2}\sqrt{2}\right) - 1{,}04 =$ br. 120,32. Diff.: $120{,}32 - 123{,}48 = -$ br. $3{,}16 = -\,1{,}88$ m; $-\,2{,}5\,\%$.

Zum westlichen Dreieck: Von der Querachse BC bis zur Rippenkreuzung D $= 7{,}5 \cdot 16{,}00 + 1{,}04 =$ br. 121,04. Diff.: $121{,}04 - 123{,}48 = -$ br. $2{,}44 = -\,1{,}45$ m; $-\,1{,}9\,\%$.

3. Die Punkte E, F, G, H, geben zwei gleichseitige Dreiecke an.

Et doue sono le lettere interiore E. F. G. H. Sono dui altri Trianguli equilateri.

Die Buchstaben FG bezeichnen die westlichen Winkel des Querhauses. Im entzerrten Grundriß liegt E recht genau auf der Pfeilerachse ST (nicht in der

129) Wir messen die Länge des Querhauses mehrfach, bilden das Mittel und setzen dieses gleich $8 \cdot$ br. $16{,}00 =$ br. 128,00. Ebenso messen wir von der inneren Ostflucht des Querhauses bis zur inneren Westflucht des Langhauses und setzen dieses Maß gleich $12 \cdot$ br. 16,00 $=$ br. 192,00. Auf die Länge des Querhauses bezogen erhalten wir für die Längsrichtung: Nürnberger Exemplar $+1{,}2\,\%$, Göttinger Exemplar $+1{,}1\,\%$, *Beltrami* $+3{,}4\,\%$, *Booz* $-1{,}3\,\%$, Nachdruck $+1{,}2\,\%$.

130) Beispielsweise von *Beltrami* ausgehend: BC $= 122{,}5$ mm. Die Höhe des Dreiecks über BC $= 122{,}5 \cdot 0{,}866025 = 106{,}08$ mm. Davon $3{,}4\,\% = 3{,}65$ mm. $106{,}08 - 3{,}65 = 102{,}4$ mm. Über der Dreieckbasis angetragen erreicht dieses Maß einen Punkt, der von der Chormauer um etwa br. 4 der Meßlinie entfernt ist.

131) *Thomae* (1933, Abb. 14) und *Booz* (1956, Abb. 2) haben die Verformung des Grundrisses nicht in Rechnung gestellt und kamen deswegen zu anderen Ergebnissen.

Rippenkreuzung, wo der Buchstabe E angemerkt ist!) und H ebenso in der zweiten Rippenkreuzung des Mittelschiffs.

Die Kontrollen: Die Basis der Dreiecke = 8 · 16,00 = br. 128,00. Die Höhe der Dreiecke = 128,00 · 0,866025 = br. 110,85.

Zum östlichen Dreieck: Von der westlichen Innenflucht des Querhauses bis zur Querachse ST bei sechseckigem Chorschluß $= 6 \cdot 16{,}00 + \frac{16{,}00}{2}\sqrt{3} =$ br. 109.85. Diff.: 109,85 — 110,85 = — br. 1,00 = — 0,59 m; —0,9 %. — Dasselbe Maß bei achteckigem Chorschluß $= 6 \cdot 16{,}00 + \left(32{,}00 - \frac{32{,}00}{2}\sqrt{2}\right) =$ br. 105,37. Diff.: 105,37 — 110,85 = — br. 5,48 = — 3,26 m; — 4,9 %.

Zum westlichen Dreieck: Von der westlichen Innenflucht des Querhauses bis zur Mitte des zweiten Mittelschiffjoches = 6,5 · 16,00 = br. 104,00. Diff.: 104,00 — 110,85 = — br. 6,85 = — 4,07 m; — 6,1 %.

4. Die Punkte I, K, L bezeichnen ein gleichseitiges Dreieck.

Ma. I. K. L. Formano il Triangulo Equilatero che Tange la praecidentia de la linea intima de le mediane Columne quale per alternata conrespondentia de la linea intima de le mediane Columne quale per alternata conrespondentia mutuamente non solum distribuisseno la cella da le pteromate distributione: ma le fundatione de la quadrata Hecuba Tholata & Pyramidata & indicano la performatione.

Die Buchstaben I und K sind in die beiden Halbpfeiler des Chores, mit denen das äußere Polygon ansetzt, eingeschnitten. L steht beim Scheitel des östlichen Vierungsbogens. Im entzerrten Grundriß ist L von der Querachse IK um reichlich br. 2 weiter entfernt als nach dem gleichseitigen Dreieck zu erwarten wäre.

Die Kontrolle: Die Basis des Dreiecks = 4 · 16,00 = br. 64,00. Die Höhe = 64,00 · 0,866025 = br. 55,42. — Von der Querachse IK bis zum östlichen Vierungsbogen bei sechseckigem Chorschluß = 3 · 16,00 + 16,00 · tg 15° = br. 52,28. Diff.: 52,28 — 55,42 = — br. 3,14 = — 1,86 m; — 5,7 %. — Dasselbe Maß bei achteckigem Chorschluß $= 3 \cdot 16{,}00 + \frac{16{,}00}{1 + \sqrt{2}} =$ br. 54,62. Diff.: 54,62 — 55,42 = — br. 0,80 = — 0,47 m; — 1,4 %.

5. Die Punkte α, β, γ, geben ein gleichseitiges Dreieck an.

Similiter le lettere. α. β. γ. formano laltra praecisione equidistante de Commodulatione parte seu braze. 128.

Die Punkte β und γ bezeichnen die lichte Länge des Querhauses in der Achse der westlichen Freipfeiler. Der Buchstabe α steht in der Chorachse zwischen den östlichen Strebepfeilern. Im entzerrten Grundriß liegt der Scheitelpunkt des Dreiecks br. 1 westlich der inneren Flucht der Chormauer.

Die Kontrolle: Die Basis des Dreiecks = br. 128,00. Die Höhe 128,00 · 0,866025 = br. 110,85. — Von der Querachse $\beta\gamma$ bis zur inneren Flucht der Chormauer bei sechseckigem Chorschluß $= 6 \cdot 16{,}00 + \left(\frac{16{,}00}{2}\sqrt{2}\right) =$ br. 109,85. Diff.:

$109{,}85 - 110{,}85 = -$ br. $1{,}0 = - 0{,}59$ m; $- 0{,}9\,\%$. — Dasselbe Maß bei achteckigem Chorschluß $= 6 \cdot 16{,}00 + \left(32{,}00 - \frac{32{,}00}{2}\sqrt{2}\right) =$ br. 105,37. Diff.: $105{,}37 - 110{,}85 = -$ br. $5{,}48 = - 3{,}27$ m; $- 4{,}9\,\%$.

6. Die Punkte Z, &, R′ bzw. M, N, O geben zwei gleichseitige Dreiecke derselben Größe an.

Anchora le littere. Z. &. R. Sono Trianguli Equilateri: de Commodulatione de braza. 64. Cosi etiam sono di tal quantita. M. N. O.

Die beiden Dreiecke haben im Mittelpunkt der Vierung (R′ bzw. O) ihren gemeinsamen Scheitelpunkt. Die Dreiecke im entzerrten Grundriß aufzusuchen ist nicht möglich, denn über die Lage der Basis Z& schweigt sich Cesariano aus und zur Lage der Basis MN macht er zwei sich widersprechende Angaben: Zum einen soll diese Basis in der Mitte des östlichen Chorjochs liegen und zum anderen soll sie die Rippenkreuzung V schneiden.

Ma in lo centro de la postica testudine praecisa de la linea. M. N. Intra quelle ho collocato la littera. V.

Die Kontrollen: Die Basis der Dreiecke $= 4 \cdot 16{,}00 =$ br. 64,00, die Höhe $= 64{,}00 \cdot 0{,}866025 =$ br. 55,42. — Vom Mittelpunkt der Vierung bis zur Querachse MN, falls diese in der Mitte des östlichen Chorjochs liegt $= 3{,}5 \cdot 16{,}00 =$ br. 56,00. Diff.: $56{,}00 - 55{,}42 = +$ br. $0{,}58 = + 0{,}34$ m; $+ 1{,}0\,\%$.— Dasselbe Maß bis zum Punkt V $= 4 \cdot 16{,}00 - \frac{16{,}00}{1 + \sqrt{2}} =$ br. 57,37. Diff.: $57{,}37 - 55{,}42 = +$ br. $1{,}95 = + 1{,}16$ m; $+ 3{,}5\,\%$[132]).

7. Die Punkte P, Q, R geben ein letztes gleichseitiges Dreieck an.

Ma le littere. P. Q. R. sono Trigoni Equilateri Centricate dal una media al altra media Colunna che distingueno tuto lo procurrente ordine de le Pile Colunnare de la cella la cui distantia e de Commodulatione. 32.

Die Punkte P und Q bezeichnen die Achsen der östlichen Pfeiler des Langchores, R ist die Rippenkreuzung im zweiten Joch des Binnenchores. Im entzerrten Grundriß liegt der Scheitelpunkt des Dreiecks reichlich br. 2 westlich der Rippenkreuzung.

Die Kontrolle: Die Basis des Dreiecks = br. 32,00, die Höhe $= 32{,}00 \cdot 0{,}866025 =$ br. 27,71. — Von der Querachse PQ bis zur Rippenkreuzung R $= 1{,}5 \cdot 16{,}00 =$ br. 24,00. Diff.: $24{,}00 - 27{,}71 = -$ br. $3{,}71 = - 2{,}20$ m; $- 13{,}4\,\%$.

Ehe wir die Ergebnisse dieser Kontrollen zusammenfassen, dürfen wir an den Ausgangspunkt dieser Überlegungen erinnern: Um den Mailänder Domgrundriß zu erklären, hat Cesariano eine zweifache These aufgestellt. Nach der einen These sei dieser Grundriß über einem quadratischen Raster ausgetragen. Wir haben uns davon überzeugt, daß diese These zu Recht besteht. Ungeklärt

132) Mit Hilfe dieser beiden Dreiecke hat *Booz* (Abb. 2—6) eine geometrische Grundrißkonstruktion des Mailänder Domes entwickelt. Die Distanz MN — O, über die sich *Cesariano* widersprüchlich äußert, ist jedoch mit der Höhe eines über MN errichteten gleichseitigen Dreiecks, wie gezeigt, nicht identisch.

bleibt allerdings die Frage des Chorschlusses[133]). Mit der zweiten These hat Cesariano die Behauptung aufgestellt, dieser Grundriß sei zugleich nach gleichseitigen Dreiecken ausgetragen, anders gesagt: Die Höhe eines gleichseitigen Dreiecks, dessen Basis in Rastermaßen gegeben sei[134]), lasse sich in Rastermaßen oder wenigstens in einem aus dem Raster abgeleiteten Maß darstellen. Von einer Übereinstimmung von Raster und Dreieck ist jedoch, wie die Kontrollen ergaben, keine Rede, denn die absoluten Differenzen betragen im Maximum + br. 3,85 = + 2,29 m bzw. — br. 6,85 = — 4,07 m, im Mittel + br. 1,92 = + 1,14 m bzw. — br. 3,06 = — 1,82 m, die relativen Differenzen im Maximum + 3,5 bzw. — 13,5 %, im Mittel + 1,7 bzw. — 3,9 %.

Hätte Cesariano seine beiden Thesen unverbunden nebeneinander gestellt, könnten wir uns an das Raster halten und bräuchten von den Dreiecken nicht zu reden. Aber Cesariano hält die Dreiecke für ebenso wichtig wie das Raster, mehr noch: er behauptet, der Grundriß sei zunächst nach gleichseitigen Dreiecken ausgeformt und erst aus den Dreiecken sei das Raster entwickelt worden; dieses und kein anderes Verfahren sei von den germanischen, d. h. deutschen Architekten am Mailänder Dom gebraucht worden.

Cosi fra le interiore quanto exteriore circumligatione Podiale procurrentemente si como claramente hora questa figura infrascripta te dimonstra: quale e performata da la principale Ichnographia Triangulare: dopo i distincta per quadrature como uedi la membratura inscripta de li intercolumnii: Et questa e quasi como la regula che usato hano li Germanici Architecti in la Sacra Aede Baricephala de Milano . . .

Daß man den Umweg über Dreiecke einschlagen solle, um zu einem quadratischen Raster zu kommen, ist verwunderlich[135]). Aber davon abgesehen: Dieser Umweg führt nicht zum Ziel, er kann nicht zum Ziel führen, denn die Maschenweite des Rasters ist in einer rationalen Anzahl von Maßeinheiten angegeben; winkelrecht aufeinander stehende Rastermaße werden daher stets rationale Maßzahlen ergeben. Wird aber eine beliebige Anzahl dieser Rastermaße als Basis eines gleichseitigen Dreiecks gewählt, ist die winkelrecht auf der Basis stehende Höhe des Dreiecks niemals als ein rationales Mehrfaches der Maßeinheit anzugeben. Solange eine rationale Zahl einer irrationalen Zahl ungleich ist — mag die Differenz der beiden Zahlen beträchtlich oder gering sein — solange ist Cesarianos These irrig.

---

[133]) *Cesariano* gibt dem Binnenchor im Holzschnitt einen Schluß aus drei Seiten des Achtecks, im erläuterden Text aber einen Schluß aus drei Seiten des Sechsecks. Die Tiefe des Chorschlusses läßt sich für beide Varianten aus den Rastermaßen ableiten. Nun sollen Ostwestmaße des Grundrisses aus dieser Tiefe des Chorschlusses zuzüglich einiger Rastermaße bestehen. Zugleich sollen sich diese Maße als die Höhe gleichseitiger Dreiecke angeben lassen, wobei die Basis dieser Dreiecke im Rastermaß festliegt. Die Differenzen beider Angaben lauten für die achtseitige Version des Chorschlusses im Maximum — br. 5,48 = — 3,26 m, im Mittel — br. 3,10 = — 1,84 m (alle Werte sind negativ); für die sechsseitige Version lauten die Werte im Maximum + br. 3,85 = + 2,29 m bzw. — br. 3,14 = — 1,86 m, im Mittel + br. 2,85 = + 1,69 m bzw. — br. 1,71 = — 1,01 m. Damit ist keine der beiden Versionen im Sinne *Cesarianos* als zutreffend erwiesen.

[134]) Ausgenommen die Dreiecke ABC und BCD.

[135]) So schon *Thomae* 1933 (S. 17).

Nun mag jemand einwenden, im gleichseitigen Dreieck seien Basis und Höhe für uns Heutige inkommensurable Größen, im Mittelalter habe man jedoch das Verhältnis dieser beiden Strecken näherungsweise mit den kommensurablen Größen 15 : 13 angegeben. Dies ist richtig und der Näherungswert 13 für 12,990381 ist gut gewählt, denn er ist nur um 0,07 % zu groß. Aber die Gegenfrage: Wo hat denn Cesariano diese Näherung 15 : 13 benützt? Oder wo hat er eine der weiteren Näherungen benützt, die dem zutreffenden Verhältnis wenigstens noch benachbart sind?

15 : 13	22 : 19	7 : 6	8 : 7
+0,07 %	+0,28 %	−1,02 %	+1,04 %

Die Unstimmigkeiten, die Cesariano zugunsten seiner These in Anspruch genommen hat, liegen eben nicht bei 0,07 oder bei 0,28 oder bei etwa 1 %, sie betragen im Mittel (nicht im Maximum!) +1,7 bzw. −3,9 %.

Was Cesariano in den Grundriß des Mailänder Domes hineingeheimnist und aus ihm wieder herausgelesen hat, entspricht den persönlichen Ansichten, die Cesariano von dieser Sache hatte. Aber er ist weit davon entfernt zu beweisen, ein gotischer Architekt habe gleichseitige Dreiecke konstruiert, um aus ihnen ein quadratisches Raster abzuleiten.

b) Der Querschnitt A

Cesariano hat überdies den Versuch gemacht, auch den Querschnitt des Mailänder Domes (Abb. 3) auf das gleichseitige Dreieck zurückzuführen. Zugleich hat er Maße angegeben:

a) In den Titelzeilen des Holzschnitts versichert er, die Horizontalmaße des Querschnitts, d. h. die Entfernungen der Pfeilerachsen, seien aus dem Raster des Grundrisses genommen; zwischen den mit A, B, C, Z ... bezeichneten Punkten des Querschnitts und zwischen den mit denselben Buchstaben bezeichneten Punkten der Meßlinie liegen tatsächlich jeweils 16 Maßeinheiten.

b) Seitlich des Querschnitts sind die wichtigsten Höhemaße in Ziffern markiert.

Nun können wir die Höhen der über Rastermaßen errichteten Dreiecke den bezifferten Höhenmaßen gegenüberstellen:

1. Die Pfeilerhöhe der äußeren Seitenschiffe (im Querschnitt MN) sei gleich der Höhe eines gleichseitigen, über zwei Rastermaßen errichteten Dreiecks.

... ad [da] la littera A. ad H. comodulatione 16 per exteriore: & altro tanto da. F. ad K. exteriore: & protrahendo una linea da. H ad. K. hauerai la longitudine de Eleuare le altre due lineae che formano lo Trigono Equilatero ... in lo puncto della littera. L. extremita del archo: dicto in tertio acuto il qual Trigono: etiam A. F. G. Si el sera supra posito ali ordini de li Capitelli de le pile minore signate da M. ad. N. Tangera sopra lo extremo la littera. L.

Die Basis des Dreiecks = br. 32,00, die Höhe = 32,00 · 0,866025 = br. 27,71. Die markierte Höhe = br. 30,00. Diff.: 30,00 − 27,71 = + br. 2,29 = + 1,36 m; + 8,3 %.

2. Die Pfeilerhöhe der drei inneren Schiffe ist in der Erläuterung des Querschnitts nicht erwähnt. Die der Höhenmarke br. 40 on. $^1/_2$ entsprechende

Horizontale schneidet die Katheten des über AF errichteten Dreiecks in den Achsen der inneren Seitenschiffe. Diese Achsen teilen AZ bzw. ZF in der Mitte. Folglich ist die Pfeilerhöhe gleich der Höhe eines gleichseitigen, über br. 48 errichteten Dreiecks. Diese Höhe = 48,00 · 0,866025 = br. 41,56. Die markierte Höhe = br. 40,C4. Diff.: 40,04 — 41,56 = — br. 1,52 = — 0,90 m; — 3,6 %.

Nur das eine und — falls unsere Interpretation zu Recht besteht — dieses zweite Höhenmaß hat Cesariano aus gleichseitigen Dreiecken ableiten können. Beide Ableitungen scheinen die These im ersten Hinsehen zu bestätigen. Aber die Kontrolle hat zwischen den markierten Höhen und den Höhen der Dreiecke erhebliche Differenzen ausgewiesen.

Cesariano scheint einige weitere Punkte des Querschnitts mit gleichseitigen Dreiecken in Verbindung bringen zu wollen, aber allemal ist der Punkt der Proportionsfigur, der mit einem Punkt des Querschnitts übereinstimmen könnte, geometrisch nicht definiert:

a) Die Katheten des über AF stehenden Dreiecks sind nicht mit den Achsen der Sargmauern, sondern mit den Außenfluchten dieser Mauern zum Schnitt gebracht. Diese mit α und β bezeichneten Schnittpunkte liegen in der Kämpferhöhe des Mittelschiffs, die mit br. 51 on. $9^1/_2$ markiert ist. Nicht genannt ist die Entfernung zwischen der Achse und der Außenflucht der Sargmauer.

b) Die Schenkel des Mittelschiffgewölbes tangieren die Katheten des Dreiecks AFG, die Scheitelhöhe des Gewölbes ist mit br. 77 markiert. In welchem Verhältnis stehen die Mittelpunkte der Gewölbebögen zum gleichseitigen Dreieck? Ohne Definition dieser Punkte bleibt die Scheitelhöhe des Gewölbes eine vieldeutige Größe[136]).

c) In Höhe der Markierung br. 77 ist die Strecke RS (= AF) als Basis eines gleichseitigen Dreiecks benützt, dessen Scheitel die den Vierungsturm bekrönende Madonna einschließt. Die Basispunkte dieses Dreiecks (O, P) halten sich an kein Rastermaß. Mit einem gleichseitigen Dreieck beliebiger Größe eine vorgegebene Höhe zu erreichen, ist leicht möglich. Aber was soll das?

Glaubhaft zu machen, der Querschnitt des Mailänder Domes sei vom gleichseitigen Dreieck abzuleiten, ist Cesariano nicht gelungen.

Wir können noch einen Schritt weitergehen: Wer versucht, einen Sachverhalt einheitlich zu erklären, setzt die Einheitlichkeit des Sachverhaltes voraus. Diese Voraussetzung ist für den Querschnitt des Mailänder Domes tatsächlich nicht gegeben, denn aus den Niederschriften der Bauhütte geht hervor, daß die Höhenmaße des Domes — ähnlich wie die Grundrißmaße — nach einem Raster ausgelegt wurden. Im Herbst 1391, d. h. wenige Jahre nach Baubeginn des Domes, hat Gabriele Stornaloco vorgeschlagen, die Höhenmaße des Domes um br. 14 zu staffeln. Die Reihe sollte demnach 14 — 28 — 42 — 56 — 70 — 84 lauten (Abb. 21 rechts). In der Sitzung vom 1. Mai 1392 wurde allerdings beschlossen, das vertikale Schrittmaß von der Pfeilerhöhe der äußeren Seitenschiffe an auf br. 12 zu verkleinern. Nun lautete die Reihe der Höhenmaße

136) In *Cesarianos* Querschnitt B sind die Schenkel des Mittelschiffgewölbes von den Katheten des Dreiecks überschnitten. Welche „Regel“ soll nun gelten?

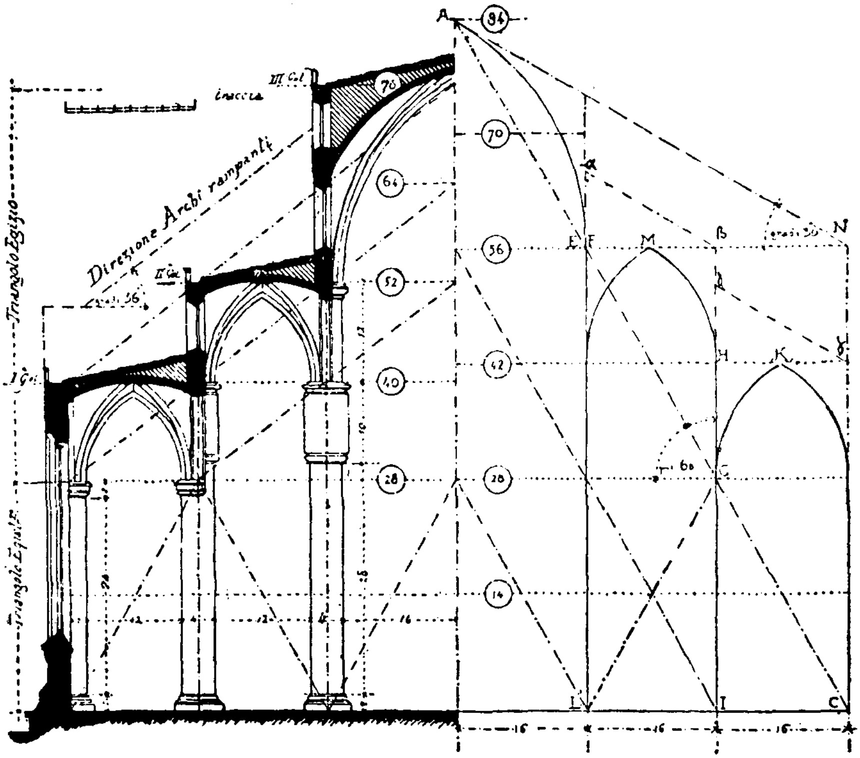


Abb. 21. Mailand Dom, Querschnitt: rechts nach dem Gutachten des Gabriele Stornaloco vom Jahre 1391, links entsprechend dem Beschluß vom 1. Mai 1392 (nach Beltrami).

14 — 28 — 40 — 52 — 64 — 76 (Abb. 21 links)[137]. Wie die Ellenzahlen zeigen, die Beltrami für den bestehenden Bau angab[138]), hat man die Maßzahlen des jüngeren Beschlusses nahezu unverändert verwirklicht:

	Pfeilerhöhe der äußeren Schiffe	Pfeilerhöhe der inneren Schiffe	Kämpferhöhe des Mittelschiffs	Scheitelhöhe des Mittelschiffs
Stornaloco 1391	br. 28	br. 42	br. 56	br. 84
Beschluß vom 1. 5. 1392	28	40	52	76
Ausführung (nach Beltrami)	27,75	40	51,75	76
Cesariano 1521	30	40,04	51,79	77

Von der Pfeilerhöhe der äußeren Seitenschiffe abgesehen, nannte Cesariano zu den Höhenmarken seines Querschnitts nahezu dieselben Werte wie Beltrami. Cesariano ging also von einem Sachverhalt aus, der sich aus zweierlei

[137]) Ebenso *Ackerman* 1949, Abb. auf S. 89 und *Romanini* 1964, Fig. 89.

[138]) *Beltrami* S. 91.

Schrittmaßen begründete, unterstellte aber, dieser Sachverhalt sei seiner Natur nach einheitlich und könne daher aus einem einheitlichen Prinzip, dem Prinzip des gleichseitigen Dreiecks, erklärt werden. So brachte Cesariano seine Dreiecke recht und schlecht im Querschnitt des Domes unter und war dabei der festen Überzeugung, secundum germanicam symmetriam, nach der Proportionsregel der gotischen Baukunst, vorzugehen.

Vom Ergebnis dieser Proportionierung hatte Cesariano offenbar selbst nicht den besten Eindruck, denn er bot seinen Lesern den proportionierten Querschnitt des Mailänder Domes ein zweites Mal in verbesserter Version.

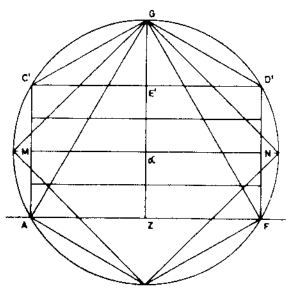
c) Der Querschnitt B

Die Titelzeilen des zweiten Querschnitts (Abb. 4) verheißen die aus dem Grundriß genommene Idealfigur der geometrisch-architektonischen (Kunst, die bewirken soll), daß jede beliebige Linie mit Linealen durch Schnitt und Aufriß gezogen werden kann (und) nicht nur Radien eines Kreises, sondern Linien, die aus dem Dreieck, aus dem Quadrat oder sonstwo herkommen, ihre Entsprechung finden, teils um die wohlproportionierte Maßeinteilung, teils um die regelrechte Bestimmung der Teilmaße, teils um die Zier des Bauwerks aufzuzeigen, damit, was aus der gotischen Überlieferung kommt, etwa so ausgebildet werde, wie es am Mailänder Dom offenkundig ist.

Idea geometricae architectonicae ab ichnographia sumpta, ut per amussineas possint per orhtographiam ac scaenographiam perducere omnes quascunquae lineas, non solum ad circini centrum, sed quae a trigono et quadrato aut alio quovis modo perveniunt possint suum habere responsum, tum per eurythmiam porportionatam quantum etiam p(er) symmetriae quantitatem ordinariam ac per operis decorationem ostendere, uti etiam hec quae a germanico more perveniunt distribuentur pene quem ad modum sacra cathedralis aedes mediolani patet, et c(eter)a

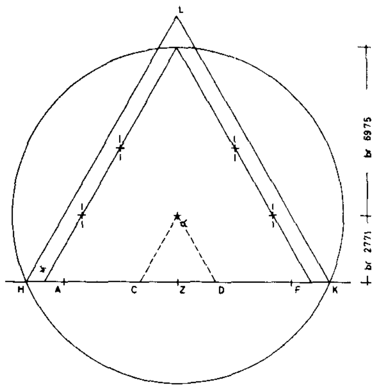
Die Figur hat zwei Meßlinien erhalten. Auf beiden sind jeweils 16 Einheiten zu Abschnitten zusammengefaßt, deren Endpunkte mit Buchstaben bezeichnet sind. Diese Buchstaben kehren im gleichen Schrittmaß in der Fußbodenhöhe des Querschnitts wieder. Die Rastereinheit des Grundrisses (br. 16) ist demnach für die Horizontalmaße des Querschnitts B unverändert übernommen.

Als Begründung der Vertikalmaße ist ein aus Vertikalen und Horizontalen, aus Kreisen und mehrerlei Dreiecken zusammengeschlungenes Netzwerk aufgeboten. Versuchen wir uns darin zurechtzufinden.

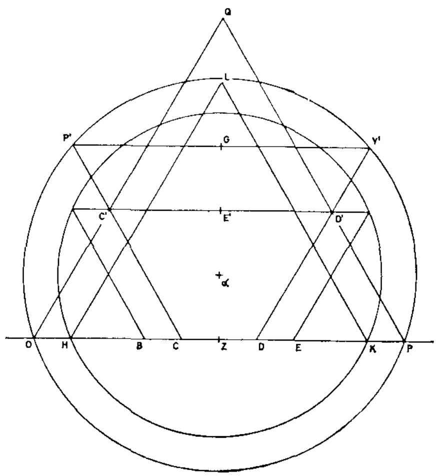


a) Der Punkt α liegt auf der Bauachse in Pfeilerhöhe der äußeren Seitenschiffe (MN). α ist der Mittelpunkt eines Kreises, der die Innenflucht der Abseitenmauern in Fußbodenhöhe schneidet (A, F). Ebenfalls auf diesem Kreis liegen die Punkte C′, G, D′. Sie alle bilden mit einem unbenannten Punkt (unterhalb Z) zusammen ein regelmäßiges Sechseck. In dieses Sechseck ist das gleichseitige Dreieck AFG eingefügt. Die Höhe dieses Dreiecks (ZG) ist in sechs gleiche Abschnitte geteilt. Diese Teilung erreicht in E′ die Höhe der Sechseckpunkte C′, D′; sie bestimmt auch die Pfeilerhöhe der drei inneren Schiffe und die Pfeilerhöhe der äußeren Schiffe.

b) Das in dem Kreis über Eck einbeschriebene Quadrat — benannt ist nur der Punkt G — bestätigt die bereits feststehende Höhenlage der Punkte M, α, N, liefert jedoch nichts Neues.

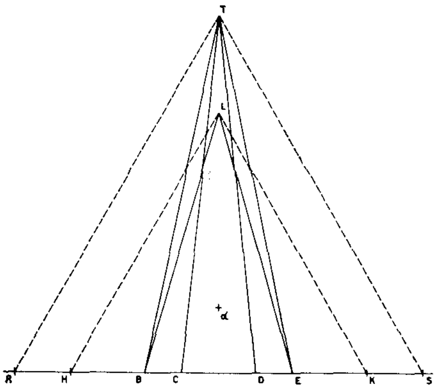


c) Rastermaß, gleichseitiges Dreieck und Kreis sind ein zweites Mal kombiniert: Über den Rasterpunkten H und K ist ein gleichseitiges Dreieck errichtet. Dessen Scheitelpunkt L kann nicht auf dem Kreis liegen, der aus dem Mittelpunkt α durch H und K gezogen ist. So ist, vom Scheitelpunkt des Kreises ausgehend, ein weiteres gleichseitiges Dreieck über die Grundlinie gestellt. Die Katheten dieses Dreiecks scheinen die Achsen der inneren Seitenschiffe in der Höhe E′ und die Achsen der äußeren Seitenschiffe in der Höhe MαN zu schneiden. Sind die mit dem Rastermaß längst definierten Achsen der Seitenschiffe mit dieser komplizierten Konstruktion wirklich ein zweites Mal definiert? Prüfen wir: Die Höhe des unbenannten Dreiecks $= Z\alpha +$ Radius. Die Summanden: $Z\alpha = 32{,}00 \cdot 0{,}866025 =$ br. 27,71; Radius $= \sqrt{64^2 + 27{,}71^2}$ = br. 69,75. Die Summe = Höhe des unbenannten Dreiecks $= 27{,}71 + 69{,}75$ = br. 97,46. Die Basis dieses Dreiecks $= 97{,}46 \cdot 1{,}154700 =$ br. 112,53. Die Entfernung zwischen den Punkten H bzw. K und den Basispunkten des unbenannten Dreiecks $= \dfrac{128{,}00 - 112{,}53}{2} =$ br. 7,73. Aber das Rastermaß = br. 16, d. h. die Basispunkte des unbenannten Dreiecks liegen nicht in der Mitte der Rastereinheiten. Daraus die Schlußfolgerung: Hat die aus Kreis und unbenanntem Dreieck bestehende Proportionsfigur die Aufgabe, die Achsen der Seitenschiffe festzulegen, ist sie irrig. Hat sie diese Aufgabe aber nicht — wozu soll sie dann nützlich sein, nachdem die Achsen der Seitenschiffe bereits im Grundrißraster auf die einfachste Weise festgelegt sind?



d) Rastermaß, gleichseitiges Dreieck und Kreis sind ein drittes Mal kombiniert: Über der Basis OP steht ein gleichseitiges Dreieck, dessen Scheitelpunkt Q irgend etwas — was denn? — im Helm des Vierungsturmes bezeichnet. Der zugehörige Kreis reicht am Vierungsturm bis zur Oberkante des Traufgesimses. — Im Grundriß und im Querschnitt A lagen alle gleichseitigen Dreiecke zu den Bauachsen symmetrisch. Hier sind von allen sieben Fußpunkten des Querschnitts Dreieckskatheten nach beiden Seiten gezogen. So entsteht ein Netz, in welchem man eine Vielzahl gleichseitiger Dreiecke gleicher oder verschiedener Größe neben- oder übereinander stehend erkennen mag. Mit diesem Netz wird ein weiteres Mal bestimmt, was mit den Rastereinheiten, d. h. mit den Basismaßen dieser Dreiecke und mit der Sechsteilung der Höhe des Dreiecks AFG bereits vollgültig bestimmt war. So ist dieses Netz nichts anderes als ein groß angelegter Pleonasmus. — Die Netzlinien schneiden den mittleren und den äußeren Kreis mehrfach. Nur zwei Paare dieser Schnittpunkte — das eine ist mit P′, Y′ bezeichnet, das andere liegt in der Höhe C′ E′ D′ — decken sich mit Punkten des Querschnitts. Auch diese Konstruktion bestimmt, was mit Rastermaßen und mit der sechsgeteilten Höhe ZG bereits bestimmt war.

e) Quadrat, Kreis und vor allem das gleichseitige Dreieck machten bislang Cesarianos Instrumentarium aus. Nun kommen weitere Dreiecke hinzu: über BE ein Dreieck, das bis L aufsteigt und über BE bzw. CD zwei weitere, die bis T aufsteigen. Die Scheitelwinkel dieser Dreiecke messen bei L 32° 12′, bei T 23° 42′ und 11° 58′. Eine Gesetzmäßigkeit dieser Winkel — Ableitung der Dreiecke aus der regelmäßigen Kreisteilung oder ähnliches — ist nicht erkennbar und ist auch nicht vorauszusetzen, denn die Basislängen der Dreiecke sind im Raster gegeben; die Höhen sind aber nicht aus diesen Dreiecken abgeleitet, vielmehr sind die Scheitelpunkte dieser Dreiecke bereits mit den



gleichseitigen, über anderen Rastermaßen errichteten Dreiecken HKL bzw. RST festgelegt. Somit sind die neu eingeführten Dreiecke für die Proportionierung unnütz.

Als Ergebnis seiner Bemühungen hat Cesariano beiderseits des Querschnitts reichlich drei Dutzend Marken angegeben. Auch wenn etliche von ihnen mit keinem Punkt der Proportionsfigur zusammenhängen, scheinen sie doch die Höhenmaße des Domes bis ins Letzte zu regeln; selbst die Leibesgröße der auf den Fialen stehenden Fahnenträger und die Höhe der Fahnen, die sie dem Wind entgegenhalten, ist nicht vergessen. Wichtigere Höhenmaße, die Kämpferhöhe und die Scheitelhöhe des Mittelschiffs etwa, sind in der Proportionsfigur dagegen nicht erfaßt.

Immerhin deckt sich diese Proportionsfigur im großen und ganzen mit dem Querschnitt und mit dem Aufriß des Domes. Wie weit stimmt aber dieser Querschnitt samt dem Aufriß mit den Höhenmaßen des Bauwerks überein, die Cesariano selbst angegeben hat? Von den im Querschnitt A markierten vier Höhen sind im Querschnitt B nur die Pfeilerhöhe der äußeren Schiffe und die Pfeilerhöhe der drei inneren Schiffe wiederzufinden.

Die Pfeilerhöhe der äußeren Schiffe ist im Querschnitt B mit der Höhe eines gleichseitigen, über br. 32 errichteten Dreiecks identisch $= 32{,}00 \cdot 0{,}866025$ $=$ br. 27,71. Dieselbe Höhe ist seitlich des Querschnitts A zu br. 30 angegeben. Diff.: $27{,}71 - 30{,}00 = -$ br. $2{,}29 = -1{,}36$ m; $-8{,}3\,\%$. — Die Pfeilerhöhe der inneren Schiffe ist im Querschnitt B identisch mit der Höhe eines gleichseitigen, über br. 48 errichteten Dreiecks $= 48{,}00 \cdot 0{,}866025 =$ br. 41,56. Die Höhenmarke des Querschnitts A nennt 40,04. Diff.: $41{,}56 - 40{,}04 =$ $+$ br. $1{,}52 = +0{,}90$ m; $+3{,}6\,\%$.

Die Differenzen sind beträchtlich, was bedeutet, daß Cesariano beim Zurechtrücken der Höhenmaße des Querschnitts B nicht eben zaghaft vorging. Wenn aber die Abmessungen der Bauzeichnung im Sinne und zum Vorteil der These „verbessert" sind, ist das Übereinstimmen von Proportionsfigur und Bauzeichnung eine Selbstverständlichkeit, die der These nichts einbringt.

In seiner Erläuterung des Querschnitts B kommt Cesariano zu einer anderen Schlußfolgerung: Von der Strecke HK ausgehend könne man den Querschnitt des Domes nach diesem Verfahren vollkommen proportionieren und zwar ganz nach Wunsch in kleineren oder größeren Abmessungen. Überdies sei dieses Verfahren nicht lediglich auf den Mailänder Dom anwendbar, sondern leiste dieselben guten Dienste bei Bauten jeder Art und bei allen regelmäßigen oder unregelmäßigen Körpern, die es in der Welt gebe oder noch geben werde, denn aus der Anwendung dieses Verfahrens gehe eines hervor: die Wissenschaft.

... Le cui commensuratione commodulate: da H. Z. uel da. Z. K. sono parte seu braze. 64. con le quale potrai il tuto symmetriare & in magiore aut minore forma perfigurare: non solum queste ma tute le figuratione & corporeature architectonice & caduna generatione de altre cose de corpi regulari o transregulari che siano nel mundo (aut fiendi) pur che sapi commodulare & intendere il diuidere per eurythmiata symmetria: si como in arithmetica si dice il partire per galea: per che da epsa procede & se intende quasi tuta epsa: scientia: ...

Von dieser „Wissenschaft“ hat Cesariano einen deutlichen Begriff gegeben: Im Grundriß des Domes ein quadratisches Raster, das mit den gleichseitigen Dreiecken nicht übereinstimmt und dennoch aus diesen Dreiecken abgeleitet sein soll, im Querschnitt A klägliche zwei Höhenmaße, die sich mit den Höhen der zur Hilfe gerufenen Dreiecke durchaus nicht decken wollen, schließlich und endlich das vollkommene Übereinstimmen einer Unzahl gleichseitiger Dreiecke mit einer Bauzeichnung, die sich vom zunächst gegebenen Querschnitt abgewandt hat, um den Dreiecken dienstbar zu sein. Ist damit die Triangulation als die hohe Kunst der gotischen Architekten ausgewiesen?

Mit welcher Begründung ist denn das gleichseitige Dreieck mit der gotischen Baukunst in Zusammenhang zu bringen? Cesariano hat zur Erklärung seines zurechtgerückten Querschnitts B eine opulente Proportionsfigur aufgeboten. Der Kern dieser Figur geht, wie seit langem bekannt ist, auf das Diagramm des Stornaloco zurück[139]).

So müssen wir die Frage, welche Rolle dem gleichseitigen Dreieck in der gotischen Baukunst zukommt, ein weiteres Mal, dieses Mal an Stornaloco weitergeben.

3. Der Querschnitt des Mailänder Domes nach Gabriele Stornaloco 1391

Als der erste, 1386/87 begonnene Bauabschnitt des Mailänder Domes aus den Fundamenten herauswuchs, meldeten sich Zweifel, ob die dem Bau zugedachten Höhen richtig gewählt seien. Der Consiglio della Fabbrica wandte

139) *Rosenau* 1931 (S. 191), *Thomae* 1933 (S. 17), *Fischer* 1934 (S. 54), *Frankl* 1945 (S. 60). — In der Sammlung Bianconi findet sich ein Systemquerschnitt des Mailänder Domes (*Romanini* 1964, Taf. 167). Er ist mit einem Dreiecksnetz, mit einem Raster und mit einem Kreis ausgestattet — sein Mittelpunkt liegt wie bei *Cesariano* in der Pfeilerhöhe der äußeren Seitenschiffe — der die von *Cesariano* mit A und F bezeichneten Punkte schneidet. Ein zweiter Kreis berührt wie in *Cesarianos* Querschnitt B das Traufgesims des Vierungsturmes. Die Helmspitze des Vierungsturmes ist mit dem Scheitel eines über 12 Rastereinheiten stehenden gleichseitigen Dreiecks bestimmt und ist mit dem Scheitel eines über dem Achsmaß des Mittelschiffs stehenden Dreiecks zum zweiten Mal bezeichnet. Dieser Systemquerschnitt, der dem Dom zwei weitere Seitenschiffe zuspricht, setzt in seinem geometrischen Vorgehen die Kenntnis von *Cesarianos* Querschnitt B voraus. Er kann also nicht, wie *Romanini* vermuten möchte, auf Stornaloco zurückgehen.

sich daher am 24. September 1391 an den in Piacenza lebenden Gabriele Stornaloco, der als discretus vir, expertus in arte geometriae bekannt war[140]. Stornaloco ist vor dem 10. Oktober in Mailand eingetroffen causa discutendi cum inzigneriis dictae fabricae de dubiis altitudinis et aliorum de quibus dubium erat inter dictos inzignerios[141]. Sein Ratschlag ist einem Diagramm zu entnehmen, das Beltrami in einer Nachzeichnung 1895[142] erstmals bekannt gemacht hat (Abb. 1).

In diesem Diagramm sind die Systemlinien des Domquerschnitts in ein regelmäßiges Sechseck eingespannt (ein Rest des umschreibenden Kreises ist oberhalb des linken äußeren Seitenschiffs erkennbar). Die Grundlinie des Querschnitts ist in sechs gleiche Abschnitte geteilt, von denen die beiden mittleren die Breite des Mittelschiffs, die vier seitlichen die Breiten der Seitenschiffe ergeben. Über den zur Bauachse symmetrisch liegenden End- und Mittelpunkten dieser Abschnitte ist jeweils ein gleichseitiges Dreieck errichtet. Die Dreieckscheitel IV, VI, VIII und XII bestimmen die Kämpfer- und Scheitelhöhen aller fünf Schiffe. Kein Zweifel: In seinem Diagramm hat Stornaloco die Systemlinien des Domquerschnitts vollkommen trianguliert.

Georg Dehio 1895 (Proportionsgesetz S. 23): „... es ist soeben (März 1895) ein vollkommen authentisches Dokument ... an den Tag gekommen[143] ... Das erste Geschoß ist nach dem Schema des Kölner Domes proportioniert d. i. drei nebeneinander gestellte gleichseitige Dreiecke bestimmen einerseits die Gesamtbreite der fünf Schiffe andererseits die Höhe der ersten Kämpferlinie. Die weitere Entwicklung erfolgt nach einer anderen Idee als in Köln aber immer streng triangulatorisch ..."

Dehio-Bezold 1901 (II S. 564): „... das ... vom Architekten und Geometer Stornaloco seinem Gutachten beigegebene Diagramm ... gibt ein Netz aus gleichseitigen Dreiecken und bestimmt durch die Schnittpunkte desselben alle Hauptteilungen der Komposition..."

Walter Thomae 1933 (S. 16): „... ein handschriftlicher Text, der die eingeschriebenen Buchstaben erklärte, ist mir nicht bekannt ... Eine Bedeutung als Norm kann ein solches

---

140) Annali I S. 54: Quod scribatur Gabrieli Stornalocho quod Mediolanum veniat, et sibi provideatur de mercede et expensis, prout sibi visum fuerit.

141) Annali I, S. 55 zum 13. Oktober 1391: Deliberaverunt quod discreto viro Gabrieli Stornalocho de Placentia experto in arte geometriae, pro quo missum fuit parte deputatorum dictae fabricae, juxta deliberationem in consilio dictae fabricae factam die 24 septembris p.p., et Mediolanum venit cum equis duobus causa discutendi cum inzigneriis dictae fabricae de dubiis altitudinis et aliorum de quibus dubium erat inter dictos inzignerios, dentur a dicta fabrica dono pro recognitione et recumpensatione expensarum per eum factarum veniendo, ut predicitur, morando, inde redeundo, et laboris per eum inde passi, florenos decem in grossis novis. — Annali App. I, S. 195 zum 10. Oktober 1391: Dom. Gabrieli Stornalocho de Placentia experto in arte geometriae, qui venit a Placentia Mediolanum cum equis duobus, pro auferendo quoddam dubium quod oriebatur inter inzignerios fabricae circa altitudinem et longitudinem ipsius ecclesiae, et in Mediolano ea occasione moram aliquibus diebus traxit; et hoc dono pro recumpensatione expensarum factarum in veniendo, stando et redeundo, ac recognitione laboris passi l. 16.

142) La Certosa di Pavia, S. 42. Das im gleichen Jahr von *Dehio* übernommene Diagramm wurde seitdem häufig abgebildet.

143) *Cesarianos* Holzschnitte waren bis dahin die einzige aus Italien bekannt gewordene Quelle.

regelmäßiges Schema für uns nur haben, wenn primäre Fixpunkte des Baues in dasselbe fallen. Das trifft nun hier in der Tat zu ... Wir können die Tatsache feststellen, daß hier aus der Zeit der Mittelgotik (vor 1400) eine Zeichnung vorliegt, welche ... wichtige Baupunkte durch ein System ... von gleichseitigen Dreiecken bestimmt. Allerdings beginnt der Geist der Regelmäßigkeit schon mit dem Grundriß, ... und von da aus wird auch die Regelmäßigkeit des Aufbaues mitbestimmt; etwas Neues aber ist die Wahl der Triangulatur ..."

Theodor Fischer 1934 (S. 49): „... Zunächst ist da eine Skizze des Mathematikers Stornaloco von Piacenza vom Jahre 1391, die einen Querschnitt des Mailänder Doms darstellt ... Es ist nicht zu ersehen, ob ein Text dazu gefunden ist, so daß man sich lediglich auf diese Zeichnung angewiesen sieht, die nun allerdings eine Triangulatur in optima forma bedeutet ..."

Heinrich Weßling 1941 (S. 113): „... Ob ein Text dazu gefunden ist, kann nicht festgestellt werden. Die Gesamtfigur stellt das Triangulum dar, daran besteht kein Zweifel, ..."

Herbert Siebenhüner 1944 (S. 16f.): „... Stornaloco bedient sich der seit der Antike oft angewandten Triangulatur als Proportionsnorm für den von ihm vorgeschlagenen Kirchenquerschnitt".

Otto Schubert 1954 (S. 40): „Von dem Piacentiner Gabriel Stornaloco ... hat sich eine schematische Zeichnung mit dem Datum 1391 erhalten, die er seinem Gutachten zur Erläuterung der Triangulation des Baues beigefügt hatte. Dieser Triangulation liegt das gleichseitige Dreieck zugrunde. Aber das kleine Anfangsdreieck dieser Triangulatur zeigt uns das $\pi/4$-Dreieck, wohl um zu beweisen, wie sich nach der $\pi/4$-Triangulatur die Verhältnisse sinngemäß ändern bzw. im einzelnen durchgebildet werden müßten ..."

Die wichtigsten Punkte des Diagramms sind mit Buchstaben und Ziffern bezeichnet. Diese Bezeichnungen sind für sich genommen unnütz. Wären sie allerdings in einem Gutachten vorgegeben, hätten sie also die Aufgabe, den Text eines Gutachtens mit dem dessen Gedankengang verdeutlichenden Diagramm in Verbindung zu bringen, wären sie hilfreich. Von einem Gutachten Stornalocos ist aber in der Proportionsliteratur entweder nur beiläufig oder mit der ausdrücklichen Feststellung die Rede, ein solches Gutachten sei unbekannt.

Stornalocos Gutachten ist bekannt. Nava hat es bereits 1854 veröffentlicht[144]. Beltrami und Mongeri haben diese erste, unvollkommene Lesung[145] 1887 bereinigt[146] und Frankl hat Beltramis Lesung 1945 noch einmal bekannt gemacht[147].

Stornalocos Gutachten hat in Verbindung mit dem Diagramm eine zwiespältige Deutung erfahren.

---

[144] *Nava*, Memorie e documenti storici intorno alle origini, alle vicende e ai riti del Duomo di Milano, Milano 1854.

[145] Die zu den Akten der Domfabrik genommene Abschrift des Gutachtens war durch Tintenflecke stellenweise schwer lesbar.

[146] *Beltrami*, Per la facciata del Duomo di Milano, Milano 1887 (*Beltrami* S. 71). — *Mongeri*, Per la facciata del Duomo di Milano, Milano 1887.

[147] *Frankl* 1945, S. 53.

Luca Beltrami faßte seine Meinung 1887 in einer Zeichnung (Abb. 21 rechts) dahin zusammen, das im Diagramm mit A B C bezeichnete gleichseitige Dreieck sei definiert mit der Länge der Basis (br. 96), den Basiswinkeln (60°) und der Höhe des Dreiecks (br. 84).

Paul Frankl 1945 (S. 55): ... Stornaloco evened the vertical height of the triangle to the integral number of 84 braccia. The triangles which he drew are therefore equilateral, although those which he indicated with his numbers and recommended for the execution were not equilateral, even if isosceles ... By adjusting the real height of the equilateral triangle to 84 braccia and abandoning the exact regular triangle, Stornaloco obtained a rational measure of the great unit for practical use. — (S. 57) Dehio has shown that all masterworks of French Gothic architecture, ... are constructed with the help of the equilateral triangle. And he gave many other earlier examples proving the use of this proportion. It does not suffice to argue that Dehio's measurements are mostly inexact. They may be inexact, but the differences are not great enough to disprove the equilateral triangles he has shown.

James S. Ackerman 1949 (S. 90): The role of plane geometry in the building theory of the Gothic period will shortly become evident and, from the standpoint of this theory, its introduction at this point is a sign of great progress. In accepting the new scheme, however, the building council encountered a difficult problem. The height of an equilateral triangle is incommensurable, and its employment appeared to involve foregoing the advantages of simple, yardstick measurement which were secured by the earlier scheme. The solution of this delemma was not in the province of an architect, and a mathematician named Gabriele Stornaloco was summoned from Piacenza in September 1391. On his return to Piacenza he submitted his opinion in a letter accompanied by a drawing. The superiority of this project lies in the fact that it not only provides a framework of equilateral triangles, but coordinates this framework with a grid as simple as that of the earlier project. Beginning with the triangle, Stornaloco solves the problem of the incommensurable height (which, figuring from the base of 96 braccia already established by the foundations, would be 83.138 ..) by rounding off the figure to an integral 84 braccia.

Rudolf Wittkower 1953 (S. 12): The mathematician Gabriele Stornaloco coordinated, as his sketch shows, the triangular framework with a simple grid which formed a rational basis for the execution.

Paul Frankl 1960 (S. 60): Curiously enough, no one except Boito seems to have noticed that in it [Stornaloco's drawing] the measurements do not correspond to the drawing. Beltrami and even Boito entered expressly the angle of 60 degrees to show that the triangle was equilateral. But if an equilateral triangle has as its base $6 \times 16 = 96$ braccia, then its height cannot be 84 braccia; that can be seen without much calculation, because the height of an equilateral triangle cannot be expressed in whole numbers if the base in whole numbers (and correspondingly the converse is true). Actually, given a base of 96 braccia, the height is only 82.5 braccia.

Wir wollen das Gutachten noch einmal zur Hand nehmen. Hier der Text in der Lesung Beltramis[148]):

Linea A N est lactus exagoni comprensi a circulo comprendente etiam triangulum cujus lactus est latitudo eclexiae scilicet LXXXXVI quantitatum similiter linea A O est lactus quadrati comprensi ab eodem circhulo.

Die Linie A N ist die Seite eines in einen Kreis einbeschriebenen Sechsecks. In ihn ist auch ein Dreieck einbeschrieben, dessen Seite der Breite der Kirche, das sind 96 Einheiten, entspricht. Ebenso ist die Linie A O eine Seite des vom gleichen Kreis umschriebenen Vierecks.

[148]) Der originale Text ist nur einmal — nach dem ersten Satz — abgesetzt.

Bassis trianguli est linea B C et est latitudo eclexie, scilicet LXXXXVI quantitatum. Erit ergo linea A D que est altitudo sumitas eclexie radix dix dc dcc mxx sesara quie tregesime, quod est aliquidw minus de LXXXIIII quam divisi in sex partes in figuris triangularibus ac etiam in figuris quadrangularibus, prout patet in corpore majori eclexie, et trianguli incipiunt ab unitate secundum naturam triangulorum. Quoniam unitas com (cum ?) fuerit posita est triangulus im potentia, et com (cum ?) adiderimus super ipsam II erit primus triangulus in actu.

Die Basis des Dreiecks ist die Linie B C und (dies) ist die Breite der Kirche, nämlich 96 Einheiten. Also wird die Linie A D, welche die höchste Höhe der Kirche ist, Wurzel . . ., was etwas weniger ist als 84, das ich in 6 Abschnitte geteilt habe in Dreiecken und Vierecken, wie aus dem Langhaus(-Diagramm) der Kirche hervorgeht und die Dreiecke beginnen mit der Einheit (Basis ?) entsprechend der Natur der Dreiecke. Weil ja die Einheit gesetzt ist, kann das Dreieck entstehen und sobald wir über ihr (den Punkt) II hinzugefügt haben, ist das erste Dreieck in Kraft.

Et hoc modo crescunt trianguli in infinitum et in figura suprascripta crescit usque ad duodecimum dividendo lactitudinem in XII partes prout evidenter patet. Qui quidem trianguli omnes sunt equalium lactuum et equalium angulorum sed quadrati sunt majores in basse quam in lactere altitudinis secundum diferentiam A D et B C. Preterea quia omnis linea perpendicularis demonstrat se esse maorem secundum quantitatem suam quam linea posita in base, ut linea A D que non multum videtur differre ad lineam B C, quamvis sint differentes ut supra.

Und auf diese Art wachsen die Dreiecke ins Unendliche (folgen Dreiecke, von denen jedes größer ist als das vorhergehende) und in der obenstehenden Figur wächst es bis zum 12. (Dreieck), wobei die Breite (des Langhauses) in 12 Teile zerlegt wird, wie (aus der Zeichnung) augenscheinlich hervorgeht. Diese Dreiecke haben alle gleich lange Seiten und gleiche Winkel, aber die Vierecke sind in der Grundlinie größer als in der Höhe entsprechend dem Unterschied von A D und B C. Dies übrigens deshalb weil jede Höhe dem Dreieck deutlich anzeigt sie sei länger (müßte heißen: kürzer) als die Basislinie, wie die Strecke A D, die sich von der Strecke B C nur wenig zu unterscheiden scheint, gleichwohl verschieden sind wie oben (dargelegt).

Competens altitudo est secundum distantiam centri ad centrum colonarum, quia in lactitudine majori est XXXII quantit. quidem colone ascendunt usque ad sumitatem quarti quadrati et basem octavi trianguli in angulis E et F, et linea E B secatur per medium in ponto G quod est altitudo minorum colonarum, mediane vero colone ascendunt usque ad anguli H. et in primis corporis lactitudo, que est B I, ascendit usque ad pontum K, secondi quod est I L ascendit usque ad pontum M, non secundum veram proportionem quia equales sunt in lactitudine ergo deberent esse equales in altitudine, sed propositum minorem cum majorem qui est duplum

Die zutreffende Höhe folgt aus der Entfernung von Achse zu Achse der Pfeiler, da sie ja in der größeren Weite (des Mittelschiffs) 32 Einheiten (mißt), so steigen die Pfeiler (des Mittelschiffs) auf bis zur Scheitelhöhe des 4. Vierecks und bis zur Basis des 8. Dreiecks (richtiger: bis zum Scheitelpunkt VIII der Zeichnung) in den Ecken E und F, und die Strecke E B wird halbiert im Punkt G, was die Höhe der kleineren Pfeiler ist, die mittleren Pfeiler steigen aber auf bis zur Ecke H. Und in den ersten (äußeren Schiffen) des Langhauses steigt die Weite — sie ist B I — bis zum Punkt K, die des zweiten (Schiffs) — sie ist I L — steigt auf bis zum Punkt M, nicht nach minoris lactitudinis sequitur ergo quod excedit ipsam proportionaliter in altitudine in ponto A, et mediana lactitudo excedit primam in terziam partem ipsius, sequitur ita quod major debet excedere medianam in duplum jeius quod excessit primam, quoniam in lactitudine est dupla ad ipsan prout patet in figuratione quia altitudo A M duplum est altitudinis M K.

der wahren Proportion, wonach gleichbreite Schiffe in der Höhe gleich sein müßten, vielmehr ist ein kleineres und ein größeres (Schiff) von der doppelten Breite vorgeschlagen; also folgt, daß (das größere) über dieser im rechten Verhältnis in der Höhe hinausreicht in Punkt A und die mittlere Breite (das innere Seitenschiff) über die erste (Breite, das äußere Seitenschiff) und ein Drittel der Höhe hinausreicht; so folgt, daß die größere (Breite, das Mittelschiff) die mittlere (Breite, das innere Seitenschiff) um das Doppelte dessen überragt, um das (das mittlere Seitenschiff) das erste übertrifft, da es ja doppelt so breit ist als dieses, was aus der Zeichnung hervorgeht, weil ja die Höhe A M das Doppelte der Höhe M K ist·

Omnes lactitudines acepi mensuratione centri ad centrum icdeo non curavi in designamento ponere spissitudinem colonarum quia satis est manifestum Magistris Inzigneriis quantum occupant in corporibus ecclesie nec non lactitudine et area multa quidem possunt describi in numeris omnium corporum designatorum prout se habent secundum figuras geometricales, sed dimito causa prolixitatis.

Alle Breiten habe ich von Achse zu Achse gemessen und so habe ich in der Zeichnung davon abgesehen, die Dicke der Stützen anzugeben, da den Baumeistern ja hinreichend bekannt ist, welches Maß sie in den Kirchenschiffen beanspruchen. Nicht weniger kann vieles nach Länge und Fläche in Zahlen beschrieben werden von all den in Zeichnungen angegebenen Körpern, wenn sie nur eine geometrische Gestalt haben, aber das lasse ich der Weitläufigkeit halber.

Et hanc reverentiis vestriis transmitto ordinatam prout melius mihi possibilitas est. Supplicans quatenus dignemini suportare quod erratum conffusumque fuerit, quia Deo teste si melius scirem cordialiter adimplerem.

Euer Ehren übersende ich diese nach bestem Können aufgestellte Maßordnung mit der Bitte, mir nachzusehen, was sich etwa als irrig oder unklar herausstellen sollte, denn — Gott sei mein Zeuge — wüßte ich es besser, so würde ich's von Herzen gern vollkommen lösen.

Stornaloco stellt einleitend fest, die Breite des Langhauses (BC) messe 96 Einheiten.

Bassis tringuli est linea BC et est latidudo eclexie scilicet LXXXXVI quantitatum.

Diese Strecke nimmt er als Basis eines gleichseitigen Dreiecks, das er nun nicht auf dem Reißbrett konstruiert, wie man dem „triangulierenden Architekten“ der Gotik mit Hinweis auf Stornalocos Diagramm nachsagt; vielmehr bestimmt er die Höhe dieses Dreiecks auf algebraischem Wege, indem er eine Wurzel zieht:

Erit ergo linea AD que est altidudo sumitas eclexie radix dix dc dcc mxx sesara quie tregesime, quot est aliquidw minus de LXXXIIII.

Diese Textstelle ist — wohl von einem späteren Benutzer, dem Stornalocos Rechnungsverfahren nicht mehr einging — verändert worden. Was verändert wurde, ist am Dokument selbst, das 1906 durch Brand verloren ging, nicht mehr zu entscheiden. Beltrami, Panofsky und Beaujouan haben sich um diese Textstelle bemüht[149]).

Hier mag genügen, das Ergebnis der Berechnung Stornalocos den Ergebnissen gegenüberzustellen, die aus der uns geläufigen Formel bzw. aus einem im Mittelalter gebrauchten Näherungsverfahren hervorgehen. Für uns ist die Höhe eines gleichseitigen, über der Basis a errichteten Dreiecks $= \frac{a}{2}\sqrt{3}$; setzen wir $a = 1$, ist $h = 0{,}866025$, hier $96{,}00 \cdot 0{,}866025 =$ br. 83,13. Der mittelalterliche Mathematiker hat den achtbaren Näherungswert $\frac{26}{30} = 0{,}86666$ benützt[150]), hier also $96{,}00 \cdot 0{,}866666 =$ br. 83,19. Stornaloco nennt als Ergebnis seiner Berechnung „etwas weniger als 84", aliquid minus de LXXXIIII.

Die folgende, entscheidend wichtige Stelle des Gutachtens ist zweideutig. Die Höhe des Dreiecks A B C ist „etwas weniger als 84, was ich in 6 gleiche Abschnitte geteilt habe".

Aliquidw minus de LXXXIIII quam divisi in sex partes

Was hat Stornaloco in sechs gleiche Abschnitte geteilt: den aus der Berechnung hervorgegangenen, unterhalb br. 84 liegenden (irrationalen) Wert oder den unmittelbar vor der Sechsteilung genannten (rationalen) Wert br. 84? Im einen Fall wäre das Ergebnis der Teilung, wenn wir vom Formelwert br. 83,13 ausgehen,: br. 13,85 — 27,71 — 41,56 — 55,42 — 69,28 — 83,13, im anderen Fall aber: br. 14 — 28 — 42 — 56 — 70 — 84.

In dieser Alternative stehen zwei gegensätzliche Prinzipien einander gegenüber: Wollte Stornaloco für die Höhenmaße des Domes rationale oder wollte er irrationale Werte empfehlen? Im einen Fall hätte er trianguliert, sein Diagramm hätte samt dem Gutachten als *der* historische Beleg für die geometrische Proportionierung gotischer Baukunst zu gelten. Im anderen Fall wäre Stornaloco in seinem Gutachten in zwei Schritten vorgegangen: Das gleichseitige Dreieck A B C im Diagramm und die Berechnung der Höhe dieses Dreiecks würden den ersten Schritt bezeichnen, im zweiten Schritt hätte Stornaloco einen dem irrationalen Wert (br. 83,13) benachbarten rationalen Wert (br. 84) aufgesucht, um diesen in sechs gleiche, ebenfalls rationale Werte (br. 14) zu teilen. Wie haben wir in dieser Alternative zu entscheiden?

Stornaloco war nach Mailand gebeten „causa discutendi cum inzigneriis dictae fabricae". Wollte er bei den Architekten des Domes ein Echo erwarten,

149) *Beltrami* S. 88, Anm. 6. — *Panofsky* 1945, S. 555. — *G. Beaujouan*, Calcul d'expert, en 1391, sur le chantier du Dôme de Milan, in: Le Moyen Age LXIX, 1963, S. 555.

150) So *Beaujouan*, der seine Lesung der fraglichen Textstellen auch in dem Wort tregesime, d. i. ein Dreißigstel, bestätigt sieht.

mußte er mit diesen Architekten in den Grundsätzen übereinstimmen, nach denen diese Baumaße festzustellen und an der Baustelle aufzugeben gewohnt waren. Über die Art dieser Grundsätze berichten die Protokolle der Fabbrica mit aller Deutlichkeit. Hier einige Beispiele:

1392 Mai 1 (Annali I, S. 68): Die Höhe der Mittelschiffpfeiler einschließlich Basis und Kapitell mißt br. 40, die Höhe der Dienste oberhalb der Mittelschiffpfeiler br. 12, die Pfeilhöhe des Mittelschiffgewölbes br. 24, die Höhe der Pfeiler in den äußeren Seitenschiffen br. 28, die Dienste an den Außenseiten der inneren Seitenschiffe br. 12.

1400 Januar 11 (Annali I, S. 202): Die Fundamente des Chorpolygons sind etwa br. 14 tief, der Rücksprung vom Fundament bis zum Sockel mißt etwa br. $^1/_2$, der Rücksprung vom Sockel zur guten Flucht br. $3^1/_2$ bis 4, die Höhe der Pfeilerbasen br. 2, die Höhe der Pfeilerkapitelle br. 10, die Wasserspeier der Sakristeien sollten um br. 5 höher sitzen, die seitlichen Chormauern sind br. $2^1/_2$ dick, die Ausladung der Chorstreben ist um br. 1 geringer als die Ausladung der Strebepfeiler an den Sakristeien, im Chorschluß ist die Mauerstärke um br. $^2/_3$ geringer als bei anderen Außenmauern, an der Stirnseite der Strebepfeiler sollen die Baldachine br. $4^1/_2$ höher sitzen als die Konsolen.

1401 Mai 15 (Annali I, S. 227): Das Mittelschiff soll um br. 8 höher werden als bisher geplant.

1409 Januar 21 (Annali I, S. 290): Die Mauerkrone des Binnenchores soll br. 24 oberhalb der Dienstkapitelle liegen.

1410 September 16 (Annali I, S. 303): Der Vorschlag des Meisters Christoforo de Giona, die Kämpferhöhe des Mittelschiffs um br. 4 anzuheben, findet keine Billigung. Es wird beschlossen, den Oberbau des Mittelschiffs den Plänen des Meisters Filippo de Mutina entsprechend mit folgenden Abmessungen zu errichten: Die Pfeilhöhe der Gurtbogen br. 24, die Pfeilhöhe der Gewölbe (gemessen bis Unterkante Schlußstein) br. 26, die Pfeilhöhe der Schildbogen br. 12 on. $2^1/_2$, die Obergadenfenster br. 4 breit und br. 6 hoch, die Sargmauer nicht stärker als on. 12, die Höhe der Sargmauer von den Dienstkapitellen des Mittelschiffs an gemessen etwa br. $25^3/_4$; zwischen den Strebepfeilern sind oberhalb der Fenster br. 4 hohe Bogen einzufügen, die on. $3^1/_2$ ausladen, der Unterbau der Fialen br. $18^2/_3$ hoch und um br. $^1/_2$ über die gute Flucht vortretend, die Dachbrüstung br. $^1/_2$ stark und br. $^1/_3$ vor der guten Flucht, der obere Abschnitt der Strebepfeiler br. 11 hoch und br. $^7/_4$ über die Flucht vortretend, in den Strebepfeilern eine br. $1^1/_4$ breite und br. 3 hohe Öffnung für das Tagwasser, die Fialen br. 2 on. 7 breit und br. 27 hoch, das Gefälle des Daches br. 3.

1490 Juni 27 (Annali III, S. 60): Die Gadenmauer des Vierungsturms br. 12 hoch, die Pfeilhöhe des Gewölbes br. 28, die Gesamthöhe der Vierung bis zum Gewölbescheitel br. 112[151]).

---

[151]) Weitere Maßzahlen: Annali III, S. 198, 200, 201, 204, 205, 267, 275, 314, 315.

Aber nicht nur Baumaße wurden in Ellen und Zoll aufgegeben. Diese Maßeinheiten waren genauso die Grundlage des Verdingungs- und Rechnungswesens. Auch dafür einige Beispiele:

Der am Lago Maggiore in eigener Regie gebrochene Werkstein, ein „sarizzo" genannter Gneis, wurde auf dem Wasserwege über den See, den Tessin und den bereits im 13. Jh. angelegten Naviglio Grande nach Mailand geschafft. Der Transport des Werksteins wurde nach Kubikellen vergütet[152]). In den Abrechnungen sind gelegentlich auch Abmessungen von Quadern oder Platten in Ellen und Zoll genannt[153]).

Schnittholz wurde nach Kubikellen eingekauft[154]), Kantholz nach Ellen, wobei der Grundpreis je nach Querschnitt gestaffelt war[155]). Auch Zuganker, Ketten und Seile wurden nach Ellen bezahlt[156]). Eine in Werkstein verlegte

---

[152]) 1387 Mai 18 (Annali App. I, S. 16) Pro petiis 18 saritii, qui fuerunt br. 27$^1/_2$, ad computum s. 6.3 pro br., consignato ad ripam navigii, l. 8.11.10. — 1389 April 1 (Annali App. I, S. 77) Ferranzano de Pallantia pro naulo plati unius onerati lapid. Marm. mensur. br. 55, l. 23. 4.

[153]) 1387 Mai 24 (Annali App. I, S. 17) Pro br. 7$^1/_2$ (richtig br. 77$^1/_2$) lapid. seritii de tertiis 2 in lecto et quart. 2 in fatie, consignatis ad ripam navigii, l. 23.4.7. — 1387 Oktober 19 (Annali App. I, S. 38) Pro lapid. una seritii long. br. 2, larg. br. 1$^1/_2$, alt. br. 1$^1/_2$, l. 1. — 1392 Dezember 29 (Annali I, S. 87) Confermarono il contratto ... per le lastre di sarizzo lunghe br. 3 larghe br. 2 ed alte terze 1 per ciascuna, ...

[154]) 1387 Februar 6 (Annali App. I, S. 14) Pro br. 41$^1/_2$ assidum pobiae ad computum s. 3.8 pro br., l. 7.11. — Pro br. 5$^1/_2$ assidum larexii, ad computum s. 6 pro br., l. 1.13.

[155]) 1391 Juni 27 (Annali App. I, S. 180) Frache de Segano pro trabibus 31 pezii longitudinis br. 12 ad comp. s. 21 pro quolibet; item pro trabibus 16 pezii longitudinis br. 13$^1/_2$, 14 usque 15, ad comp. s. 27 pro quolibet; item pro cantilibus 66 pezii ad comp. s. 3 pro quolibet, in summa l. 64. — 1402 Oktober 19 (Annali App. I, S. 263) Pro trabis 39 pezii longitudinis brach. 14 pro quolibet trabe, et grossitudinis tert. 3 in uno latere et tertiae 1 in aliis duobus lateribus ...

[156]) Zuganker: 1410 September 30 (Annali App. I, S. 297) Steffanus de Gorla ferrarius, ... pro ejus solutione laboraturae libr. 2568 ferri fabricae suprascriptae in bastonis novem ferri veteris, qui fuerunt ponderis libr. 2441 de ferro allias dato per Franciscum Pessonum, et libr. 127 ferri novi per ipsum magistrum Steffanum, omnibus suis expensis laborati et reducti in 3 bastonis longitudinis br. 27, vel circha, pro quolibet bastono, et largis et grossis juxta formam medri sibi dati per magistros Filippinum de Mutina, Christoferum de Giona et Johanninum Magatum, omnes inzignerios fabricae suprascriptae, super antespegium nuper factum deversus Campum sanctum super fenestras magnas dictae ecclesiae, et qui bastoni sic de novo bulliti et reformati in dictis 3 bastonis cum additione illarum librarum 127 ferri novi, detracto callo de quo non venit solvendum, etc., l. 55, s. 6, d. 3. — Ketten: 1410 Mai 20 (Annali App. I, S. 296) Jacobinus Moronus magister a cabenellis, pro ejus solutione brach. 200 catenelarum, ferri per ipsum datarum et venditarum fabricae suprascriptae ... ad computum imp. 18 pro quolibet brachio, etc., l. 25. — Seile: 1387 November 2 (Annali App. I, S. 41) Pro br. 52 sogae seu cordae grossae pro laborerio, s. 15.2. — 1387 September 26 (Annali App. I, S. 29) Pro baziis 4 cordarum long. br. 100 pro qualibet, l. 1.4.

Dachfläche wurde in Quadratellen[157]), Mauerwerk wurde in Kubikellen[158]), jeweils nach einem Einheitspreis, verrechnet. Ebenso wurde die Arbeit des Glasers bzw. des Glasmalers nach Quadratellen vergütet[159]). Genauso die Herstellung der Fenstergitter[160]). Selbst dem Glockengießer und dem Goldschmied wurden Maße in Ellen und Zoll aufgegeben[161]).

[157]) 1415 August 17 (Annali App. I, S. 313) Antonius de Lymiate magister a muro, pro ejus solutione recoperturae ecclesiae majoris Mediolani, videlicet pro ala una a campanile usque ad portam ecclesiae versus Compedum, quae est longitudinis br. 88, et in latitudine br. 15, in quibus sunt quadreti 1320. Item ala una super scalam ibi apud portam tangentem campanile, quae ala est longitudinis br. $15^1/_4$ et latitudinis br. 16, in quibus sunt quadreti 244. Item partem tectaminis magni positi super corpus ecclesiae in nave de medio, quod est longitudinis br. 24, et in aliis duabus alis br. 22 in transversum, quo intrant quadreti 1088, qui sunt in summa quadreti 2652, ad computum imp. 1 pro quolibet quadreto, l. 11, s. 1.

[158]) 1437 Juni 17 (Annali App. II, S. 39) Ambrosius de Novate magister a muro, qui accepit a fabrica ad facendum unum murum de creda et lateribus grossum de lateribus $1^1/_2$ super muro veteri ecclesiae majoris versus s. Rafaelem, incipiendo a capela s. Ambrosii et finiendo usque ad campanile, debet habere pro ejus solutione mercedis suae manifacturae longitudinis br. 40 et larg. br. 4, l. 22, cum pacto quod teneatur recoperire dictum murum suis expensis.

[159]) 1421 August 27 (Annali App. II, S. 4) Magister Mafiolus de Cremona, dictus de la Rama, pro ejus solutione capitulorum seu quadretorum 22 vitreatarum ponendarum in Opere ad fenestras magnas trahunae, sitas post altare majus majoris ecclesiae mediolani ... et hoc ad computum l. 15, s. 4 imp. pro quolibet capitello sive quadreto ipsarum ditreatarum ... l. 334, s. 8.

[160]) 1410 April 30 (Annali App. I, S. 296) Magister Nichollinus Buzardus inzignerius fabricae suprascriptae, pro ejus solutione facturae 2 retium araminis per eum factarum et positarum de antea duarum vitreatarum factarum in libraria nuper facta in Camposancto dictae fabricae, quae retes sunt brachia 12 in simul, etc., s. 18.

[161]) 1439 Januar 23 (Annali App. II, S. 44) Infrascriptae sunt conventiones factae inter ... negotiorum gestorem ven. fabricae ... et magistrum Antonium de Cheri fabricatorem campanarum, ... Item quod suprascriptus magister Antonius teneatur et debeat facere ipsam campanam in la forma, mensura et longitudine et latitudine, quemadmodum estat campana illa vetus, quae fuit delata a campanili, videlicet de br. duobus in fondo de neto et in longitudine br. ... — 1439 Januar 23 (Annali App. II, S. 44) Infrascriptae sunt pacta et conventiones factae per et inter ... s. mediolanensis ecclesiae archiepiscopi vicarium generalem, ... ex una parte, et magistrum Laurentium de Clivate aurificem ex altera, occaxione infradicti tabernaculi per ipsum magistrum Laurentium perfitiendum modis et formis infradictis, videlicet: ... Primo incipiendo a parte inferiori et veniendo ad partem superiorem dicti tabernaculi, sit et esse debeat latitudinis bracchii unius et onziae unius et dimediae, et longitudinis onziarum $15^1/_2$, reservata repressa quae est inferius. Secundum vero capitulum sequens, veniendo ad partem superiorem ut supra, sit et esse debeat longitudinis onziarum 15, et latidudinis unziarum 10 et quart. 3. Tertium vero capitulum, veniendo ad partem superiorem ut supra, sit et esse debeat longitudinis unziarum 11, et latitudinis unziarum 8. Quartum sequens capitulum, veniendo, ut praemittitur, ad partem superiorem dicti tabernaculi, sit et esse debeat longitudinis unz. $12^1/_2$ et latitudinis unz. 7. Quintum et ultimum capitulum dicti tabernaculi, quod est pars superior, sit et esse debeat longitudinis unz. $19^1/_2$, et latitudinis unz. 4 et quart. 1 ...

Damit steht fest: An der Baustelle des Mailänder Domes wurde in Ellen und Zoll gemessen, ebenso in den Werkstätten. Zudem waren Elle und Zoll eine Voraussetzung der Verdingung und der Abrechnung.

Nun zum Gutachten zurück. Stornaloco hat den Kernsatz seines Textes derart knapp formuliert, daß wir heute über den Inhalt dieses Satzes im Zweifel sein können. Aber für Stornaloco hatten unsere Zweifel keine Bedeutung; seine Absicht konnte nur darin bestehen, den Architekten des Domes einen Vorschlag zu machen, der — zumindest von seinen Voraussetzungen her — auf Billigung Aussicht hatte. Wenn man nun an der Baustelle, in den Werkstätten und in der Bauverwaltung des Mailänder Domes nicht nach irrationalen Werten, sondern nach Ellen und Zoll zu messen und zu rechnen gewohnt war — welche Aussicht auf Billigung sollte da ein Gutachten haben, das Maße aus einer völlig andersartigen Voraussetzung ableitet, Maße, die an der Baustelle und in den Werkstätten in Ellen und Zoll mühsam und dennoch nur näherungsweise darzustellen wären, Maße, die den Rechnungsführer, der aus verständlichen Gründen mit glatten Zahlen zu arbeiten wünschte, mehr Arbeit ohne erkennbaren Nutzen einbringen würde? Der Grundriß des Domes war nach einem in Ellen gemessenen Raster ausgelegt worden. Was man von Stornalocos Gutachten erwartete, waren die zugehörigen Höhenmaße in Ellen, nichts anderes.

So und nicht anders ist Stornalocos Gutachten auch verstanden worden. In der Sitzung vom 1. Mai 1392 wurde die Pfeilerhöhe der äußeren Seitenschiffe auf br. 28, d. h. auf $^2/_6$ von br. 84, festgestellt[162]). Nach Meinung der Inzignerii war Stornaloco also von br. 84 und nicht — genauer gesagt: nicht unmittelbar — von der Höhe eines über der Basis br. 96 errichteten gleichseitigen Dreiecks ausgegangen.

Nach alledem ist nicht mehr zweifelhaft, daß Stornaloco in zwei Stufen vorging. In der ersten hat er, von der Breite des Langhauses ausgehend, die Höhe des gleichseitigen Dreiecks berechnet und in der zweiten hat er eine in der Größenordnung der Dreieckhöhe liegende, durch sechs teilbare Vielzahl Mailänder Ellen aufgesucht.

Stornaloco hat nur die erste Stufe seines Vorgehens im Diagramm sinnfällig machen können. Daher hat er hier gleichseitige Dreiecke gezeichnet. Aber man übersehe nicht:

1. Diese Dreiecke sind in ein das Gutachten illustrierendes Schema, nicht in eine Entwurfszeichnung des Domes eingetragen; diesen Dreiecken war also von vornherein verwehrt, auf die Höhenmaße des Domes unmittelbar einzuwirken.

2. Stornaloco ging zwar von der Höhe eines Dreiecks aus, aber er arbeitete nicht am Reißbrett, vielmehr berechnete er die Höhe des fraglichen Dreiecks mit arithmetischen Mitteln.

3. Stornaloco hat diese mit größtmöglicher Genauigkeit ermittelte Dreieckhöhe nicht als Sollmaß der Bauausführung angesehen; an Stelle dieses irrationalen

[162]) Annali I, S. 68.

Wertes nannte er in seinem Gutachten ein rationales, durch sechs teilbares Vielfaches der Mailänder Elle.

In dieser dreifachen Hinsicht hat Stornaloco das gleichseitige Dreieck grundlegend anders benutzt als die Proportionsbeflissenen, die sich in Unkenntnis des Gutachtens auf die gleichseitigen Dreiecke des Diagramms beriefen.

Mit seiner vielfach nachgedruckten Figur, die drei nicht zusammenpassende Bestimmungsstücke zu einem „gleichseitigen" Dreieck vereinigt (Abb. 21), hat Luca Beltrami diesem Irrtum Vorschub geleistet[162a]. Georg Dehio, der 1894 zahlreiche Bauzeichnungen mit gleichseitigen Dreiecken ausstaffiert hatte, sah sich im folgenden Jahr, als Stornalocos Diagramm bekannt wurde, in seinem triangulierenden Vorgehen vollauf bestätigt[163]) und veröffentlichte im selben Jahr 1895 ein weiteres Hundert triangulierter Bauzeichnungen. Paul Frankl erkannte, daß das gleichseitige Dreieck des Diagramms mit der Höhe br. 84 nicht zu vereinbaren sei, er erkannte auch die Ungenauigkeit der Triangulationen Dehios und dennoch scheute er sich, aus beiden Feststellungen die Folgerung zu ziehen[164]). Erst James S. Ackerman hat das zweistufige Vorgehen Stornalocos aufgedeckt[165]), aber er hat das so verstandene Gutachten nicht mit jener These in Verbindung gebracht, die — auch mit Berufung auf Stornalocos Diagramm — behauptet, der gotische Architekt habe am Reißbrett und an der Baustelle mit gleichseitigen und sonstigen Dreiecken proportioniert. So berufen sich die Triangulisten noch immer auf Stornaloco[166]).

Hiei wird gewiß eingewendet, der Unterschied zwischen dem Ergebnis der ersten und dem der zweiten Stufe im Gutachten Stornalocos sei unerheblich, weil er so gering sei, daß er von der als zulässig bezeichneten Toleranz leicht überbrückt werde. Der Unterschied der beiden Werte beträgt tatsächlich nur 84,00 — 83,13 = + br. 0,86 = + 0,51 m; + 1,03 %.

Wichtiger als das Quantum, das man der auch hier zu Hilfe gerufenen Toleranz einräumen oder nicht einräumen mag, ist etwas anderes. Toleranzen sind unvermeidlich, also sind sie in der Beweisführung zuzulassen. Aber sie sind dort zuzulassen, wo sie unvermeidlich sind, im Übergang vom Sollmaß zum Istmaß nämlich und — in geringerem Umfang — in der Ermittlung des Istmaßes, denn nur in der leidigen Tatsache, daß wir weder mathematisch genau bauen noch mathematisch genau messen können, ist die Unvermeidbarkeit der Toleranz begründet.

162a) Wenn man von zweien dieser Bestimmungsstücke ausgeht, müßte das dritte jeweils anders lauten:

	br. 96	60°	br. 83, 13
	96	60° 15′	84
	96, 99	60°	84

163) *Dehio* 1895 (Proportionsgesetz), S. 23.

164) *Frankl* 1945, S. 55, 57 (hier S. 140).

165) *Ackerman* 1949, S. 90 (hier S. 140).

166) In der jüngsten Proportionsliteratur findet man nur noch ausnahmsweise einen Hinweis auf historische Belege, denn für die gotische Baukunst ist ja „durch Einzeluntersuchungen genügend belegt, daß ein vollkommenes geometrisches System als Grundlage für ihre Architektur gedient hat" (*Freckmann* 1965, S. V). Auf Stornalocos Diagramm beriefen sich immerhin *Csemegi* 1954 (S. 33), *Schubert* 1954 (S. 40), *Funk* 1955 (S. 8, 23).

Wir können nicht genau bauen, wir können nicht genau messen, aber wir haben die Möglichkeit, genau zu denken. Lassen wir eine Toleranz dort zu, wo sie nichts zu suchen hat, in der Arbeitshypothese nämlich, und stellen wir hier mit Hilfe einer Toleranz die scheinbare Übereinstimmung zwischen zwei sich ausschließenden Möglichkeiten her, haben wir der Arbeitshypothese das Rückgrat gebrochen. Nun ist sie für uns kein Hilfsmittel mehr, zwischen „richtig" und „falsch" zu unterscheiden, nun wird sie zu allem „richtig" sagen, zum Irrtum genauso wie zur Wahrheit.

Die Entscheidung in der Alternative, ob der gotische Architekt am Reißbrett und an der Baustelle trianguliert, quadriert, sterngeschlüsselt, kurzum nach irgend einem geometrischen Verfahren proportioniert oder ob er bezifferte in der orts- und zeitüblichen Maßeinheit dargestellte Maße gebraucht habe — diese Entscheidung ist an Hand der Planmaße einer Bauaufnahme unmöglich zu treffen (man erinnere sich der an den Proportionierungen des Freiburger Münsterturms beteiligten Fehlerquellen). Auch am Bauwerk selbst genommene, durch Bau- und Meßungenauigkeiten verunreinigte Maße bieten dieser Entscheidung nicht die wünschbaren Voraussetzungen. Aber hier, wo in dieser Alternative ein aus einer Proportionsfigur abgeleitetes, in der Maßeinheit ausgedrückt notwendig irrationales Sollmaß einem als Vielfaches der Maßeinheit dargestellten, notwendig rationalen Sollmaß gegenübersteht, hier kann die Entscheidung fallen. Lange genug sind Meinung gegen Meinung gestanden. Nun sollte man nicht versuchen, mit Hilfe einer „zulässigen Toleranz" das Entweder-Oder in ein Sowohl-Als auch zu verbiegen.

Es bleibt dabei: Stornaloco bediente sich des Dreiecks in der ersten Stufe seines Vorgehens, aber das Ergebnis seines Gutachtens waren nicht Dreiecksmaße, sondern Maßzahlen in Mailänder Ellen.

4. Der Grundriß und der Querschnitt des Mailänder Domes nach Antonio de Vincenti 1389/90

Das Archivio di S. Petronio in Bologna besitzt eine skizzenhafte Darstellung von Grundriß und Querschnitt des Mailänder Domes. Urheber dieser Skizze (Abb. 22)[167]) ist der erste Baumeister von S. Petronio, Antonio de Vincenti[168]), der sich in den Jahren 1393 und 1394 studienhalber in Florenz, Venedig und Mailand aufgehalten hat[169]). Aus inneren Gründen muß die Skizze des Mailänder Domes jedoch älter sein als das 1391 von Stornaloco eingereichte Gutachten[170]).

---

167) *Beltrami* hat dieses Blatt in einer Umzeichnung 1887/88 erstmals bekannt gemacht (*Beltrami* Fig. 10, S. 127f).

168) *Siebenhüner* und *Booz* nannten ihn Andrea.

169) *Thieme-Becker* II, S. 15f. — Wie *Weber* (1904, S. 18) berichtet, sind die Kosten einer Mailandreise Antonios in den Rechnungsbüchern von S. Petronio unter dem 26. März 1393 verzeichnet.

170) Außer den von *Beltrami* (S. 127f) genannten Gründen wäre zu beachten, daß die Höhe der Seitenschiffpfeiler in der Bausitzung vom 1. Mai 1392 in Übereinstimmung mit Stornalocos Gutachten vollig und mit der Bauausführung nahezu übereinstimmend zu br. 28 angegeben wurde. Antonio notierte für dieses Maß jedoch br. 30.

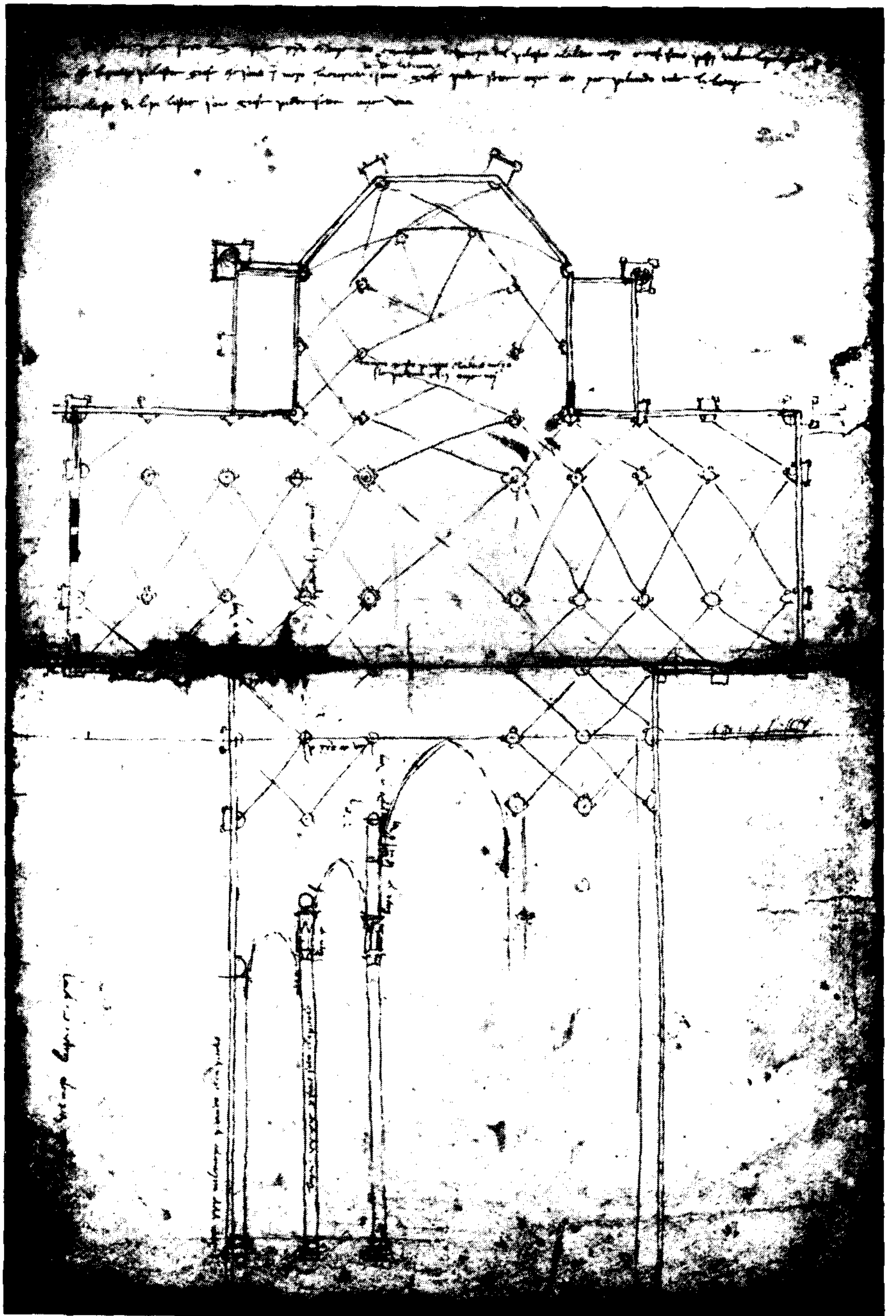


Abb. 22. Mailand Dom, Grundriß und Querschnitt (Antonio de Vincenti 1389/90).

Über die dem eiligen Zeichenstift unterlaufenen Irrtümer — beide Querarme sind um ein Joch zu lang geraten und auf der Westseite des Querhauses ist ein vorgerissenes viertes Querhausschiff wieder getilgt — ist nicht zu reden, denn Antonio fertigte keinen ins Reine gezeichneten Riß, sondern eine Skizze, die ihm wichtig war als Trägerin etlicher Maßbeischriften.

Diese besagen für den Grundriß: Zwischen den Pfeilerachsen — sie stehen in den Schnittpunkten des quadratischen Rasters — messen die Nebenschiffe 25′ 8″; die Vierungspfeiler sind 7′ 8″ stark, die übrigen Pfeiler 7′ 1″[171]. Der Binnenchor mißt zwischen den Pfeilerachsen 51′ 4″; das Mittelschiff des Querhauses hat dasselbe Maß; das westliche Schiff des Nordquerarms, die beiden nördlichen Schiffe des Langhauses und das zweite Joch des Mittelschiffs messen übereinstimmend 25′ 8″[172].

Die zum Querschnitt notierten Höhenmaße lauten: Die Höhe der Vierungskuppel br. 113[173]; die Höhe der vor den Abseitenmauern stehenden Halbpfeiler einschließlich Kapitell br. 30[174]; die Höhe der zwischen den Seitenschiffen stehenden Pfeiler ohne Kapitell br. 40, ihr Kapitell br. 10[175]; im Mittelschiff die Höhe der Dienste ohne Kapitell br. 10, das Kapitell br. 3 und ein weiteres, nicht bezeichnetes Maß (bis zur Scheitelhöhe der Schildbögen ?) br. 6[176].

Die Grundrißmaße hat Antonio in Fuß angegeben; diese Strecken konnte er an der Baustelle[177] in der ihm gewohnten bologneser Maßeinheit messen. Die an der Baustelle noch nicht verwirklichten Höhenmaße müssen ihm die Mailänder Kollegen in ihrer Maßeinheit („braza milanexe") mitgeteilt haben.

Das mittelalterliche Äquivalent des bologneser Fußes haben wir aus den Baumaßen von S. Petronio zu 38,22 cm abgeleitet. Geben wir der Elle des Mailänder Domes 61,34 cm, stimmen Antonios Grundrißmaße des Mailänder Domes mit den Rastermaßen überein, die Stornaloco und Cesariano für diesen Grundriß angegeben haben:

---

171) Am oberen Blattrand: Nota che le nave pizole sieno large piedi XXV e unze octo comenzando dal mezo del pilastro al altro mezo e così sono posti tutti i pilastri per mezo quadrato. Nota che li quatro pilastri grosi che sono in mezo da croxeria zoe la truna sono grosi piede sette onze otto piliando tute le tetaze. Tutto al resto de li pilastri sono grosi piedi sette onze una.

172) Im Binnenchor: da mezo questo pilastro al altro mezo sie piedi LI onze IIII. — Im Mittelschiff des Querhauses: piedi LI onze IIII. — An den drei bezeichneten Stellen: piedi XXV onze VIII.

173) Am linken Blattrand: Va alta la cupola dal mezo braza CXIII.

174) Neben der nördlichen Abseitenmauer: braza XXX milanexe piliando et capitelo.

175) Auf dem die Seitenschiffe trennenden Pfeilerschaft: braza XXXX per fino sotto el capitello — braza X.

176) Im Mittelschiff oberhalb des Kapitells: braza X — braza III — braza VI.

177) Allerdings muß auffallen, daß der Binnenchor in der Skizze wie in *Cesarianos* Erläuterung abweichend vom Baubefund in 3 Seiten des Sechsecks schließt.

Bologneser Fuß (38,22 cm)	Meter	Mailänder Elle (61,34 cm)	Differenz (cm)
7′ 1″	2,71	br. 4 on. 5	—
7′ 8″	2,93	4 9	−2
25′ 8″	9,81	16	—
51′ 4″	19,62	32	+1

Demnach muß auch die Mailänder Elle im Mittelalter größer gewesen sein als unsere Nachschlagewerke angeben[178]).

Für den Querschnitt des Domes notierte Antonio nur die Höhen der Pfeiler- und Dienstschäfte, dazu die Höhen der Kapitelle. Die Höhenmaße sind — abgesehen von der Kämpferhöhe des Mittelschiffs — von br. 10 zu br. 10 gestaffelt[179]).

Wir können zusammenfassen: Die Quellen bieten für die Höhenmaße des Mailänder Domes wechselnde Maßzahlen. Antonio de Vincenti notierte um br. 10 gestaffelte Werte, Gabriele Stornaloco schlug eine Staffelung um br. 14 vor, der Baubeschluß vom 1. Mai 1392 reduzierte diese Staffelung von der Höhe der Seitenschiffpfeiler an auf br. 12.

Diesen wechselnden Maßzahlen ist eines gemeinsam: Die Höhenmaße sind als ein rationales Vielfaches der ortsüblichen Maßeinheit angegeben, anders gesagt: Sie wurden nicht — zwangsläufig als irrationale Werte — mit einer über den rationalen Rastermaßen des Grundrisses errichteten geometrischen Proportionsfigur definiert. Auch Stornaloco, der von einer solchen Figur, dem gleichseitigen Dreieck nämlich, ausging, hat im zweiten Schritt seines Vorgehens rationale, um br. 14 gestaffelte Werte gewonnen.

Daß der Grundriß des Domes nach einem quadratischen Raster ausgetragen sei, ist die übereinstimmende Meinung von Antonio de Vincenti, Gabriele Stornaloco und Cesare Cesariano.

Erst Cesariano ist — offenbar durch Stornalocos Diagramm fehlgeleitet — auf den Gedanken gekommen, die als rationale Vielfache der Maßeinheit festgesetzten Höhenmaße des Domes als irrationale, im gleichseitigen Dreieck

178) Die Enciclopedia italiana (Band VII, S. 649, Mailand 1930) nennt 59,5 cm. Aus den Baumaßen der 1316 errichteten Loggia degli Osii (*A. Haupt*, Palast-Architektur von Oberitalien und Toscana, Berlin 1930, Bd. 3, Taf. 66) geht die Größe der Mailänder Elle zu 61,5 cm hervor.

179) Antonio hat die Scheitelhöhe des Mittelschiffs nicht notiert. *Siebenhüner* (1944, Abb. 3) gab dem Mittelschiff br. 96 (Die Maße dieser Abbildung sind in m angegeben. Für die Vertikalmaße ist die Mailänder Elle zu 59,5 cm gerechnet. Die Kämpferhöhe des Mittelschiffs 41,65 m = br. 70 ist irrig. Die rechte Hälfte der Abbildung beruht auf den Maßzahlen *Cesarianos*, die mit den am 1. Mai 1392 beschlossenen Maßen fälschlich identifiziert sind. Dem Rastermaß des Grundrisses ist die Elle mit 60,93 cm zugrunde gelegt). *Ackerman* (1949, Fig. a) ließ das Mittelschiff dieser Skizze bis br. 90 aufsteigen, *Booz* (1956, Abb. 9) bis br. 96, *Romanini* (1964, Fig. 86) bis etwa br. 83.

fixierte Werte anzusehen und überdies das in beiden Richtungen rational definierte Raster des Domgrundrisses auf nicht kommensurable Größen — Basis und Höhe des gleichseitigen Dreiecks — zurückzuführen.

Der unkritische Carrazzi ist dem Irrtum Cesarianos gefolgt und die Jüngeren haben diesen Irrtum zu anspruchsvollen Proportionssystemen ausgebaut.

5. Die Belegstellen der Mailänder Protokolle

Die in der Bauzeit des Mailänder Domes abgefaßten Sitzungsprotokolle der Bauverwaltung sind samt den zugehörigen Abrechnungen nahezu vollständig erhalten geblieben. Die Protokollführer berichten über Wesentliches und über scheinbar Unwesentliches mit derselben Anschaulichkeit bis ins Detail. So erhalten wir Einblicke in den Baubetrieb, die Baustelleneinrichtung, die Bauverwaltung und das Rechnungswesen einer großen Baustelle der Gotik, wie sie in vergleichbarer Fülle in keinem sonstwo geführten Hüttenbuch zu finden sind.

Aus diesen Protokollen wurde die eine und andere Stelle ebenfalls zugunsten der geometrischen Proportionierung angeführt.

a) *Utrum ecclesia ... debeat ascendere ad quadratum an ad triangulum?*

In der Camera fabricae versammelten sich am 1. Mai 1392 vierzehn im Protokoll namentlich genannte Meister, unter ihnen der damals am Mailänder Dom tätige Michael Parler, um über den noch immer strittigen Aufbau des Domes zu beraten. Die dritte Frage der Tagesordnung lautete[180]:

Dubium: Utrum ecclesia ipsa non computando in mensura tiburium fiendum debeat ascendere ad qudratum an ad triangulum?	Frage: Ob die Kirche selbst, den noch zu errichtenden Vierungsturm im Maß nicht eingerechnet, ad quadratum oder ad triangulum aufsteigen solle?

Die Proportionsliteratur hat aus der hier genannten Alternative gefolgert, „Quadratur" und „Triangulatur" seien jene beiden Verfahrensweisen der Maßbestimmung, die den am Mailänder Dom tätigen Architekten und den Architekten der Gotik schlechthin geläufig gewesen seien.

Dehio-Bezold 1901 (S. 565): „... Der erste, ... Entwurf, war ad quadratum proportioniert; die deutschen und französischen Architekten bevorzugen aber im vorliegenden Fall, mit Rücksicht auf die Stabilität, die Proportion ad triangulum und die besten italienischen Konstrukteure schliessen sich ihnen an; ihnen allen sind Quadratur und Triangulatur vollkommen geläufige Begriffe. Die Aufgabe für die weitere Untersuchung ist hiermit klar vorgezeichnet."

Theodor Fischer 1934 (S. 51): „Es kann hier nicht die Aufgabe sein, die Rätsel dieser Sätze im kunstwissenschaftlichen Sinn zu lösen. Klar ist aber doch wohl, daß die Erhebung bis zum Quadrat eine größere Höhe als die zum Triangel bedeutet, und zwar im genauen Verhältnis von 1 : 0,866. Das Quadrat über der lichten Gesamtbreite ergäbe eine Höhe von 96 Bracchien, das Triangel eine solche von 83,14 Br., ... Die Hauptsache für uns ist, daß die Bauprotokolle aus den ersten Baujahren des Mailänder Doms von der Triangulatur und der Quadratur als von einer sehr selbstverständlichen Konstruktionsmethode Zeugnis ablegen."

---

180) Annali I, S. 68.

Karl Busch 1935 (S. 28): „Als Triangel wurde das gleichseitige Dreieck bezeichnet, ... „Quadrat" nannte man das einem Quadrat einbeschriebene gleichschenklige Dreieck bzw. dessen Spitzenwinkel (63° 26'; Knauth, Lund). Der Streit ... ist einer der ganz seltenen originalen Belege dieser beiden Hauptarten mittelalterlicher Plankonstruktionen".

Otto Kloeppel 1935 (S. 48): „Aus der zeitgenössischen mittelalterlichen Literatur steht nur soviel zweifellos fest, daß den damaligen Architekten die Begriffe der Triangulation und der Quadratur etwas ganz Geläufiges waren, das wissen wir aus den sogenannten Mailänder Domprotokollen."

Walter Ueberwasser 1935 (S. 251): „Immerhin blieb, genau vierhundert Jahre nach dem wichtigen Zeugnisse Cesare Cesarianos ein Satz in Dehios 1921 herausgekommener Geschichte der Deutschen Kunst bestehen, und zwar die bestimmte Erklärung ... „Es gab eine Methode der Proportionierung ad quadratum und eine andere ad triangulum. Wir können diesen noch ziemlich dunkeln Fragen hier nicht näher nachgehen". Da sind also die Begriffe ad quadratum und ad triangulum noch einmal wie ein nicht mehr begriffener Pferdeschädel an die Fassade unseres Wissens um die gotische Baukunst angenagelt, so wie Dehio dieselben aus den Schriften um den Mailänder Dombau als wichtige, wenn auch noch rätselhafte Begriffe herausgelesen hatte .... Mit Recht fragt noch 1933 Walter Thomae: Was heißt ad quadratum, ad triangulum, und was ist figura triangularis? Man hat bisher den Weg zur Erklärung immer über einzelne italienische Risse und die Andeutungen Cesarianos in den Anmerkungen zu seiner italienischen Vitruvübersetzung von 1521 gesucht ... So wichtig jene Fährte sein wird, ... so scheint doch nach allen Fehlschlägen nun ein anderer Weg methodischer zum Ziele zu führen ..."

Heinrich Weßling 1941 (S. 61): „Nach all diesen Irrungen und Wirrungen galt es nun festzustellen, was diese Ausdrücke „ad quadratum" und „ad triangulum" zu bedeuten haben ... Das Quadrat war klar, aber was war unter Triangel zu verstehen? War Triangel ein gleichseitiges Dreieck? ... Da aber aus dem Quadrat und dem Triangel — gleichseitiges Dreieck — eine Figur mit verhältnisgleichen Seiten nicht zu bilden war, mußte mit dem Triangel eine andere Figur gemeint sein. Das konnte nur das Rechteck sein, das um ein gleichseitiges Dreieck beschrieben wird."

Hans Karlinger 1944 (S. 50): „"Utrum ecclesia ipsa ... debeat ascendere ad quadratum an ad triangulum" ... ist eines der großen Disputationsthemen auf dem Mailänder Bauhüttenkongreß vom Jahre 1386 ... Aus Quadrat und Triangel baut des Werkmeisters Zirkel die Idee der hohen Räume, der gewaltigen Turmfronten, der Portale vielgliedrigen Rhythmus. Ist uns auch der Schlüssel verloren, nach dem in den Werkhütten des 13. Jahrhunderts der Architekt das Planspiel seiner Geometrie ins Gigantische der Wirklichkeit übertrug, das Gesetzmäßige der Planungen aus dem Geist mathematischer Proportion ist lange bekannt und braucht keines Beweises — erfundene Raumgleichungen sehen ganz anders aus wie die erhabene Normenzahl in den Räumen und Raumgruppen der Münster und Kathedralen."

James S. Ackerman 1949 (S. 93): "Here it is reaffirmed, and to such an extent that the conferees are initially interested, not in the question "how high shall the church be?" but "within what figure shall it be designed?" As we have just seen a triangular system was already being used for the Cathedral, and the suggestion that it be altered, to a square one is probably Heinrich's. What Heinrich means in proposing a square system is simply to make the height of the church equal to its width. By this suggestion, the vault summit, with Stornaloco had brought down to 84 braccia with his triangles, would have shot up to 96 braccia".

Walter Ueberwasser 1949 (S. 201): „Wie wir aus den Mailänder Dombau-Akten ausdrücklich erfahren, gab es Grundlein „ad quadratum" und „ad triangulum", deren wirkliche Anwendungsweise sich bisher verbarg".

Pierre du Colombier 1953 (S. 68f.): „On a discuté sur ces termes, mais il semble que le sens à leur donner soit le plus simple: ad quadratum signifie sur un carré dont le côté est égal à la largeur de l'église (ou à peu près); ad triangulum sur un triangle équilatéral de même côté ... on doit retenir qu'à la fin du XIVe siècle on pouvait parler familiérement d'une méthode au carré et d'une méthode au triangle pour passer du plan à l'élévation".

Nach all diesen Auslegungen bleibt die grundlegende Frage offen, die Frage nämlich, ob unter „ad quadratum" wirklich die „Quadratur" und unter „ad triangulum" wirklich die „Triangulatur", beide im Sinne der modernen Proportionsverfahren, zu verstehen seien.

Hinter dem Wort „quadratum" dieselbe Figur zu vermuten, die wir heute Quadrat nennen, liegt nahe, zumal im Raster aneinander gefügte Quadrate den Grundriß des Domes regieren. In den Protokollen findet sich aber auch diese Stelle: Quod piloni sunt quadri, sed sunt plus in uno latere quam in alio[181]). Ist also das quadratum nicht ein Quadrat, sondern ein rechtwinkliges Viereck mit nahezu gleich langen Seiten? Träfe dies zu, so wäre verständlich, weshalb noch Cesariano, wenn er das Quadrat — Quadrat in unserem Sinn — bezeichnen will, das umständliche Wort pariquadratum verwendet[182]). Ob das quadratum nun ein genaues oder lediglich ein angenähertes Quadrat sei, mag offen bleiben. Gewiß ist allerdings, daß diese im Querschnitt des Domes br. 16 breite und genau (oder näherungsweise) br. 16 hohe Figur mit ihresgleichen zusammen ein Raster bildet. Wieviele Rastereinheiten die Höhe dieses oder jenes Bauteiles ausmachen, ist dem Wort „quadratum" nicht anzusehen. Daß auch die über der Breite des Langhauses (br. 96) stehende Rasterfläche in ihrem Umriß wieder ein Quadrat bilde, verrät das Wort quadratum noch weniger. Aus beiden Gründen ist nicht gut möglich, dem Wort quadratum eine Mittelschiffhöhe von br. 96 auch nur mit leidlicher Wahrscheinlichkeit abzulesen[183]).

Als „Quadratur" bezeichnet man heute aber gemeinhin nicht die Anwendung eines quadratischen Rasters, sondern ein in den deutschen Schriftquellen erläutertes Verfahren, das sich der „Vierung über Ort" bedient. Diese ist aber weder in den Mailänder Protokollen, noch in den Bauzeichnungen des Mailänder Domes zu belegen.

Was mag „ad triangulum" bedeuten? Die Sitzung, in welcher über ein Vorgehen ad quadratum oder ad triangulum zu entscheiden war, fand, wie gesagt, am 1. Mai 1392 statt. Im Spätsommer des Jahres 1391 hatte Stornaloco sein Gutachten eingereicht, worin die Rastereinheit für die Höhenmaße des Domes auf dem Umweg über das gleichseitige Dreieck ermittelt war. Da mußte doch naheliegen, diesen jüngst eingegangenen Vorschlag nach seinem auffallendsten Kennzeichen, der Benützung des gleichseitigen Dreiecks, zu benennen.

---

181) Annali I, S. 204.

182) In den Titelzeilen des Domgrundrisses (Abb. 2).

183) *Ackerman* 1949, Fig. c, gab dem ad quadratum rekonstruierten Schema des Domquerschnitts ein br. 96 hohes Mittelschiff, ebenso *Romanini* 1964, Fig. 88 und *White* (Art and Architecture in Italy 1250 to 1400, Harmondsworth 1966), Fig. 28.

In der zur Entscheidung anstehenden Frage, ob man die Höhenmaße des Mailänder Domes ad quadratum oder ad triangulum festlegen solle, ist weder von der uns geläufigen, aus der Vierung über Ort gewonnenen Quadratur die Rede, noch davon, Höhenmaße aus dem gleichseitigen oder aus einem anderen, der regelmäßigen Kreisteilung entsprungenen Dreieck unmittelbar abzuleiten. Die heute unter der Bezeichnung Quadratur und Triangulatur bekannten Verfahren sind mit dieser Stelle der Mailänder Protokolle nicht zu belegen.

b) Weitere Stellen der Mailänder Protokolle, die von der Anwendung eines Dreiecks berichten

Eine weitere, in derselben Sitzung vom 1. Mai 1392, anstehende Frage lautet samt der zugehörigen Entscheidung:

Dubium. Quot brachia debent ascendere medii pilloni, qui in muro fient super ipsis pillonis magnis usque ad volturas sive arcus super inde fiendos, et quot brachiorum debent esse volturae super ipsis fiendae?

Frage: Wieviele Ellen die Mittelstützen (Dienste) aufsteigen, die oberhalb der großen Pfeiler vor der Mauer gemacht werden sollen bis zu den Gewölben bzw. Bögen, die darüber zu machen sind und wieviele Ellen sollen die Gewölbe [hoch] sein, die über diesen [Diensten] gemacht werden sollen?

Responsio. Deliberaverunt et declaraverunt quod medii pilloni sint brachiorum duodecim, et voltura ipsius majoris navis ascendat ad triangulum videlicet brachia viginti quatuor.

Antwort: Sie haben beschlossen und erklärt, die Mittelstützen (Dienste) seien 12 Ellen [hoch] und das Gewölbe des Hauptschiffs selbst soll ad triangulum aufsteigen, d. h. 24 Ellen.

Aus diesem und aus einigen weiteren Beschlüssen derselben Sitzung ergibt sich für die Höhenentwicklung des Domquerschnitts: Nur die ersten beiden vom Fußboden bis zur Kämpferhöhe der äußeren Seitenschiffe reichenden Maßschritte sollen Stornalocos Gutachten folgend je br. 14 messen, alle folgenden Maßschritte sind jedoch auf br. 12 zu verkleinern. Beltrami, der das Ergebnis dieses Beschlusses in der linken Hälfte seiner Figur — hier Abb. 21 — veranschaulicht hat[184]), nahm das erwähnte triangulum für ein pythagoreisches oder ägyptisches Dreieck[185]), dessen horizontale Kathete in der halben Breite des Langhauses 3 Maßschritte höher liege als die Fußbodenhöhe des Querschnitts. Romanini hat demgegenüber vorgeschlagen, die Basis des fraglichen Dreiecks 2 Maßschritte oberhalb der Fußbodenhöhe anzusetzen und über ihr in der ganzen Breite des Langhauses ein rechtwinkliges Dreieck zu errichten[186]) (Abb. 23).

Ob so oder so — wichtig für unsere Überlegungen ist dies: Ein Horizontalmaß und ein Vertikalmaß werden mit Hilfe eines Dreiecks ins Verhältnis gesetzt.

---

[184]) Den Hauptlinien dieser Figur ist *Ackerman* 1949, Fig. d, gefolgt.

[185]) Zur Behauptung, das pythagoreische Dreieck sei bereits den Ägyptern bekannt gewesen, vgl. *B. L. van der Waerden*, Erwachende Wissenschaft, Ägyptische, babylonische und griechische Mathematik, Basel und Stuttgart 1966, S. 18.

[186]) *Romanini* 1964, Fig. 89.

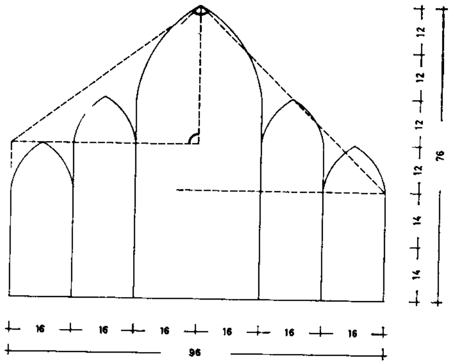


Abb. 23. Mailand Dom, Querschnitt entsprechend dem Beschluß vom 1. Mai 1392: links nach Beltrami, rechts nach Romanini.

Das hier verwendete Dreieck führt aber nicht wie das Dreieck des Stornaloco mittelbar, sondern unmittelbar zu Strecken, die als rationales und rundes Vielfaches der Mailänder Maßeinheit anzugeben sind. Von irrationalen Werten, die das konstitutive Wesensmerkmal der modernen Dreiecksproportionierungen ausmachen, ist auch in dieser Quellenstelle nicht die Rede.

Nun mag auf die in der gleichen Sitzung bereits berührte Frage, ob ad quadratum oder ad triangulum vorzugehen sei, der Beschluß folgen:

Responsio: Declaraverunt quod ipsa posset ascendere usque ad triangulum sive usque ad figuram triangularem et non ultra.

Antwort: Sie habe erklärt, sie könne bis zum triangulum oder bis zur figura triangularis aufsteigen und nicht darüber hinaus.

Wie sollen wir diese zweifache Nennung des triangulum verstehen?

Dehio-Bezold 1901 (S. 564): „Der trotz seiner Kürze scheinbar doch pleonastische Ausdruck des Protokolls ... dürfte also so zu erklären sein, dass triangulum schlechthin das gleichseitige Dreieck und figura triangularis das ägyptische Dreieck bedeuten sollte — eine konventionelle Abbreviatur, über deren Sinn nach den langen mündlichen Verhandlungen kein Zweifel bestehen konnte; wahrscheinlich sollte zwischen diesen beiden Proportionen die Entscheidung offen bleiben“.

Ist die Wortwahl nur ein Pleonasmus, oder ist hier außer dem Dreieck Stornalocos von einem zweiten Dreieck die Rede? Im Protokoll der fraglichen Sitzung finden wir auch solche Stellen: Partes ecclesiae tam posteriores quam collaterales et interiores, scilicet pilloni tam tiburii quam alii minores ... deliberaverunt, responderunt et declaraverunt ... servientes navi majori sive navi de medio ... debeat fieri una sala sive unus corrator ... non sunt movendi, ymo perfitienti et affinandi ... pilloni minores sive pilloni capellarum ... responderunt et declaraverunt ... sint et esse debeant ... Wer dieses Protokoll niederschrieb, hatte offenbar den Ehrgeiz, den Reichtum seines Vokabulars zu nützen. Schrieb er zweimal „Dreieck“, dürfen wir zunächst annehmen, es sei zweimal vom gleichen Dreieck, vermutlich also nur vom Gutachten des Stornaloco die Rede.

In der Sitzung vom 25. Januar 1400[187]) verhandelte die Baukommission über gewisse Anstände und Bedenken, die Jean Mignot vorgebracht hatte. Er erhielt zur Antwort:

... dicta ecclesia ascendit ad triangulum ut jam declaratum fuit per alios inzignerios ...

... die genannte Kirche steigt auf ad triangulum, wie von anderen Architekten bereits erklärt worden ist ...

Daß die Höhe des Mittelschiffs wenige Jahre zuvor mit Hilfe des gleichseitigen Dreiecks mittelbar, danach mit Hilfe des pythagoreischen (oder des rechtwinkligen) Dreiecks unmittelbar in Mailänder Ellen angegeben war, ist bekannt. Mehr enthält diese Nachricht nicht. Auch sie ist kein Beleg für die modernen Triangulationsverfahren, die durchweg zu irrationalen Maßzahlen führen.

Vom Dreieck war nochmals in der Sitzung vom 15. Mai 1401 die Rede[188]):

Donato: In confronto di quella prima ordinata si fa qualche variazione all' altezza compiendo il progetto Mignoto, ma questa variazione è lodevole perchè segue la ragione geometrica del triangolo.

Donato: Im Vergleich zu jener ersten Anordnung gibt es einige Änderungen der Höhe, wenn man (den Bau) nach dem Projekt Mignots vollendet, aber diese Änderung ist lobenswert, weil sie der geometrischen Vernunft des Dreiecks folgt.

Della Croce: Seguendo la forma del secondo progetto si muta il falso ordine già disposto, e si rispetta il retto ordine del triangolo, che non può essere abbandonato senza errore ...

Della Croce: Der Form des zweiten Projekts folgend ändert sich die bereits festgelegte falsche Ordnung und die rechte Ordnung des Dreiecks schafft sich Achtung, die nicht verlassen werden kann ohne Irrtum ...

Scrosato: Rispondo che se si varia qualche disposizione precedente, la si varia in meglio, in più bello e più lodevole modo, secondo la geometria triangolare.

Scrosato: Ich antworte, daß, wenn sich irgend eine vorausgegangene Anordnung ändert, sie sich zur besseren, schöneren und lobenswerteren Art ändert gemäß der Dreiecksgeometrie.

Galleto: Dico che seguendo il nuovo progetto si muterebbe la disposizione precedente, ma questo non si allontana dalla forma triangolare, dalla quale nessun geometra perito non può nè deve recedere, cosicchè anche con qualche variazione non si abbandona la sudetta forma triangolare, ciò che vidi fatto anche da altri maestri periti in simili cose.

Galleto: Ich sage, daß sich dem neuen Projekt folgend die vorhergehende Anordnung ändern würde, aber dieses (neue Projekt) entfernt sich nicht von der Dreiecksform, von der ein in der Geometrie Erfahrener weder abweichen kann noch darf, so daß auch mit einiger Änderung die besagte Dreiecksform nicht verlassen wird; dies (ist es), was ich auch von anderen in ähnlichen Dingen erfahrenen Meistern gemacht sah.

[187]) Annali I, S. 209.

[188]) Annali I, S. 224f.

Diese Bekenntnisse zur Geometrie des Dreiecks waren veranlaßt durch den 7. Punkt der Tagesordnung:

VII. Domanda: Se seguendo la forma del secondo progetto si muterebbero soltanto per questa opera le precedenti disposizioni circa la magiore altezza o larghezza della chiesa od in qualche sua forma sostanziale?

7. Frage: Ob sich der Form des zweiten Projektes folgend für dieses Bauwekr nur die vorhergehenden (bisher beschlossenen) Feststellungen der größten Höhe oder Breite der Kirche ändern würden oder (ob die Kirche) in irgendeiner grundlegenden Form (verändert würde)?

Zwei Meister äußerten zu Beginn der Aussprache:

Paderno: Rispondo che ... il disegno presentato da maestro Giovanni ...

Paderno: Ich antworte, daß ... der von Meister Jean [Mignot] vorgelegte Entwurf ...

Serina: Rispondo che la navata principale di mezzo andrebbe ad essere di 8 braccia più alta di quello che era stato disposto prima, giusta il disegno e la misura datine da maestro Giovanni ...

Serina: Ich antworte, daß das Hauptmittelschiff sich anschicken würde, br. 8 höher zu sein als jenes, das zuerst bestimmt worden war, entsprechend der Zeichnung und dem Maß, das Meister Jean [Mignot] angegeben hat.

Das Projekt des Mignot wird hier als das zweite Projekt bezeichnet. Unter dem ersten Projekt ist offenbar das in der Sitzung vom 1. Mai 1392 zur Ausführung bestimmte und seitdem — die Protokolle berichten in der Zwischenzeit von keiner Änderung — unverändert gebliebene Projekt zu verstehen. Dieser Baubeschluß hatte br. 76 als Höhe des Mittelschiffs vorgesehen. Nun will Mignot das Mittelschiff um br. 8 höher, im ganzen also br. 84 hoch anlegen. Dies ist die Höhe, die bereits Stornaloco aus dem gleichseitigen Dreieck abgeleitet hatte. Die mehrfache Anerkennung, die dem Dreieck in dieser Sitzung zuteil wurde, galt demnach offenkundig dem Vorschlag des Stornaloco[189]), der von der inkommensurablen Höhe eines gleichseitigen Dreiecks ausgehend ein rationales Vielfaches der Mailänder Elle als die rechte Höhe des Mittelschiffs ermittelt hatte.

So sind auch diese Äußerungen der Mailänder Meister keine Stütze für die uns geläufigen Verfahren der Triangulatur.

c) *Ars sine scientia nihil est*

In der Sitzung der Baukommission vom 25. Januar 1400[190]) behaupteten italienische Meister, die scientia geometriae sei für die anstehende Frage ohne Bedeutung, denn die scientia sei das eine, die geometria sei etwas anderes. Jean Mignot gab die bündige Antwort: Ars sine scientia nihil est.

Unter der ars die Baukunst und unter scientia — scientia geometriae — die in der Triangulatur und in der Quadratur angewendeten „echten, geometrisch-mathematisch begründeten Regeln der Proportionierung" zu verstehen, mag naheliegen[191]). Aber was naheliegt, ist nicht allein deswegen als zutreffend

---

[189]) So schon *Booz* 1956, Abb. 9.

[190]) Annali I, S. 209.

[191]) *Durach* 1928, S. 18; *Kletzl* 1935, S. 63; *Habicht* 1937, Sp. 963; *Gall* 1952, S. 8; *Grote* 1959, S. 76.

erwiesen. Ist unter scientia geometriae wirklich die Quadratur und die Triangulatur zu verstehen? Lesen wir die zitierten Äußerungen doch im Zusammenhang des Protokolls!

In der vorausgehenden Sitzung hatte Jean Mignot die Bauausführung des Domes in 54 Punkten beanstandet. Nun fuhr er fort:

Item dicit quod quatuor turres sunt incoeptae pro sustinendo tiburium dictae ecclesiae et non adsunt piloni nec aliud fundamentum habiles pro sustinendo dictas turres, imo si ecclesia esset facta in toto illico cum dictis turribus infalibiliter rueret, super iis vero quod certe per passiones factae sunt per aliquos ygnorantes allegantes quod voltae acutae sunt plus fortes et cum minori onere quam voltae retondae, et plus super aliis propositum est ad voluntatem quam per viam virtutis; et quod est deterius oppositum est quod scientia geometriae non debet in iis locum habere eo quia scientia est unum et ars est aliud. Dictus magister Johannes dicit quod ars sine scientia nihil est, et quod sive voltae sint acutae sive retondae non habendo fundamentum bonum nihil sunt, et nihilominus quamvis sint acutae habent maximum onus et pondus[193].

Er sagte ebenso, vier Türme seien begonnen, den Vierungsturm der genannten Kirche zu stützen und keine Pfeiler oder ein anderer Unterbau[192] sei vorhanden, der fähig wäre, die genannten Türme zu tragen, ja vielmehr, wenn die Kirche vollendet sei, würde sie sofort samt den genannten Türmen unweigerlich einstürzen. Hinsichtlich dessen aber, was gewiß durch einige Unwissende getan sei, die vorbringen, spitzbogige Gewölbe seien stärker und von geringerer Last als die rundbogigen, und zudem hinsichtlich anderer (Dinge, deren Ausführung) nach vorgefaßter Meinung und nicht dem rechten Weg folgend vorgeschlagen sei und, noch schlimmer, gegen die Widerrede, die scientia geometriae habe in diesen Dingen ihren Platz nicht, weil die scientia eines und die geometria etwas anderes sei, sagt der genannte Meister, daß die Kunst ohne die scientia nichts sei und das Gewölbe, ob spitzbogig oder rundbogig, ohne gutes Widerlager nichts seien und trotzdem, obwohl sie spitzbogig seien, hätten sie eine sehr große Last und ein sehr großes Gewicht.

Von der Standfestigkeit der Nebentürme, die über den Vierungspfeilern als Trabanten des achteckigen Vierungsturmes errichtet werden sollen, ist die Rede, ebenso von den Kämpfer- und Stützkräften rundbogiger und spitzbogiger Gewölbe. Wäre unter der in diesem Zusammenhang genannten scientia geometriae nicht irgendeine, im Text des Protokolls nicht näher erläuterte, sondern eine ganz spezielle Anwendung der Geometrie, die der Proportionsfiguren nämlich, zu verstehen, wäre damit vorausgesetzt, die Proportions-

---

[192]) Das Wort aliud dürfte deutlich machen, daß die mit piloni und fundementum bezeichneten Bauteile derselben Gattung angehören, demnach als Unterbau des in Rede stehenden Turmes zu verstehen sind. War man im Zweifel, ob dieser Unterbau der zusätzlichen Auflast der vier Nebentürme gewachsen sei, wird man dem Architekten, der diesen Unterbau errichtete ehe diese Planänderung eintrat, keinen Vorwurf machen können. Übersetzt man allerdings, wie mehrfach geschehen, das Wort fundamentum mit Fundament, so sagt man diesem Architekten nach, er habe die Vierungspfeiler ohne Fundamente zu bauen begonnen.

[193]) Annali I, S. 209.

geometrie sichere dem Bauwerk nicht nur alle Vorzüge der architektonischen Schönheit, vielmehr sei dem gotischen Architekten vergönnt gewesen, mit solchen Proportionsfiguren überdies den Verlauf und die Größe der in einem Bauwerk wirkenden Kräfte zu ermitteln und ineins mit dieser Ermittlung jeden Bauteil unter Berücksichtigung der zulässigen Beanspruchung des gewählten Baustoffs zu dimensionieren. Wenn aber mit Triangulaturen, Quadraturen oder sonstigen Proportionierungen ausgestattete Bauzeichnungen zu Hunderten veröffentlicht wurden und nie der Versuch gemacht wurde, irgend eine Strecke in einer Figur als Kraft und eine andere als Ergebnis der Dimensionierung anzusprechen, ist die genannte Voraussetzung offenkundig irrig und mit ihr die aus ihr abgeleitete Behauptung, die scientia geometriae betreffe die heute geübte Proportionsgeometrie.

Von dieser scientia wird in anderem Zusammenhang nochmals die Rede sein.

Das Protokoll derselben Sitzung enthält einen weiteren Passus, der die Anwendung der Quadratur wahrscheinlich machen soll:

Item dicunt quod turres quos dixerunt sibi velle facere dicunt pluribus rationibus et causis, videlicet, primo pro retificando praedictam ecclesiam et croxeriam quod respondent ad quadrangulum secundum ordinem geometriae; alia vero pro fortitudine et pulchritudine tiborii, videlicet quasi per istum exemplum in paradixo Dominus Deus sedet in medio troni, circha tronum sunt quatuor evangelistae secundum Apocalissim, et istae sunt rationes quare sunt incoeptae.

Ebenso sagen sie, sie wollten die genannten Türme, wie sie sagen, aus mehreren Gründen und Ursachen machen, nämlich, sie wollten die genannte Kirche und die Kreuzung [von Längs- und Querbau ?] richtig machen, damit sie dem Quadrat entspreche gemäß der Ordnung der Geometrie; ferner wegen der Standsicherheit und Schönheit des Vierungsturmes, nämlich gleichsam nach dem Vorbild wie Gott der Herr im Paradies auf seinem Thron sitzt (und) um den Thron die vier Evangelisten sind, gemäß der Apokalypse; und dies sind die Gründe, weshalb sie angefangen sind.

Die erste Begründung geht davon aus, vor den Schrägseiten des achteckigen Vierungsturmes sollten vier Nebentürmchen errichtet werden. So würde sich die Turmgruppe der Vierung nach der Ordnung der Geometrie in ein Viereck einfügen. Die der Bauabsicht zunächst liegende Figur, das Viereck, wird mit dem geradsinnigen Wort quadrangulum bezeichnet. Aber „zunächst sollen sie (die Türme) der Quadratur entsprechen“[194]. Die zweite Begründung zielt auf die Schönheit und auf die Symbolik des Vorschlages. Aber sie ist „eine andere Regel (wohl die der Triangulatur)“[195].

Wir können zusammenfassend einige Folgerungen ziehen.

Der Grundriß des Domes war über einem quadratischen Raster ausgelegt worden. Das Schrittmaß dieses Rasters regelt die Achsmaße der Pfeiler. Die Pfeilerachsen ihrerseits bezeichnen die Vertikalen im Raster des Querschnitts. Nicht definiert war einstweilen das vertikale Schrittmaß dieses Rasters. 1392 stand zur Wahl, ad quadratum vorzugehen, d. h. das vertikale Schritt-

[194]) *Velte* 1951, S. 11.

[195]) Ebenda

maß (genau oder etwa) ebenso groß zu machen wie das horizontale Schrittmaß (br. 16) oder ad triangulum (dem Gutachten Stornalocos folgend) diesem Schrittmaß nur br. 14 zu geben. Man beschloß, in den beiden ersten Schrittmaßen ad triangulum vorzugehen und die folgenden Schrittmaße auf br. 12 zu verkürzen. Dabei kam die Rede auf ein weiteres Dreieck, dessen Vertikalmaß zwei bzw. drei auf br. 12 verkürzten Schrittmaßen entsprach.

Jean Mignots Projekt fand 1401 einige Zustimmung, da es zur größeren, von Stornaloco auf dem Umweg über das gleichseitige Dreieck ermittelten Höhe des Mittelschiffs zurückzukehren vorsah.

Alle in diesen Verhandlungen angesprochenen Maße des Domes lassen sich als ein Vielfaches der ortsüblichen Maßeinheit darstellen.

Die heute gebrauchten Proportionsverfahren gehen von einem Grundmaß aus, das der gotische Meister als Vielfaches der ortsüblichen Maßeinheit angetragen haben soll. Dient das Grundmaß als Basis einer Triangulatur, sind sämtliche Baumaße — das Grundmaß als einziges ausgenommen — in der Maßeinheit nur als irrationale Werte zu fassen. Errichtet man über einem solchen Grundmaß eine Quadratur, wird jedes zweite Quadrat eine Seitenlänge erhalten, die sich in der genannten Maßeinheit nur als irrationaler Wert darstellen läßt.

In dieser grundlegenden Charakteristik unterscheidet sich das Ergebnis der modernen Proportionierungen vom Ergebnis der Maßbestimmungen der Mailänder Protokolle. Demnach ist nicht möglich, diese Proportionierungen aus den Mailänder Protokollen historisch zu begründen.

6. Schluß

Das heute als Triangulatur bezeichnete Proportionsverfahren stützt sich im wesentlichen, da die deutschen Quellen das Dreieck nur beiläufig erwähnen, auf die italienischen Quellen.

Stornaloco ist in seiner Ermittlung der Höhenmaße des Mailänder Domes in zwei Stufen vorgegangen. In seinem Diagramm bediente er sich des gleichseitigen Dreiecks, im zugehörigen Text des Gutachtens ersetzte er die mit dem Grundmaß nicht kommensurable Dreieckshöhe durch einen in Mailänder Ellen rational darstellbaren Wert[196]). Ebensolche Werte finden sich vor Stor-

[196]) Auch Terribilia, der Architekt von S. Petronio in Bologna, hat für die Höhe des Mittelschiffgewölbes im ersten Schritt seines Vorgehens eine kaum realisierbare Maßzahl gewonnen, die er im zweiten Schritt auf ein rundes Vielfaches der Maßeinheit aufgerundet hat. Er fügte hinzu, derart vorzugehen, sei allgemein üblich. l'altezza di questa volta è di cento cinque piedi e meggio; et questa è altezza grande, perchè proportionandola, come si usa, con larghezza della nave maggiore fra pilastro e pilastro, ella vien alta per due larghezze el la terza parte di più in circa. Et simili altezze ... si usano tutto il giorno nelle moderne ... (*Gaye* 1840 III 492). Terribilias Rechnung lautet demnach: $42' 6'' \cdot 2{,}33 = 99{,}166' \approx 100'$. Terribilia hatte allerdings $105' 6''$ als Mittelschiffhöhe angegeben. Carrazzi vergaß nicht, auf diese Diskrepanz hinzuweisen. — Rainaldi hat für S. Petronic eine beträchtlichere Mittelschiffhöhe ebenfalls in zwei Schritten ermittelt. In seinem Brief vom 9. 11. 1646 schrieb er: ... la nave maggiore secondo che mostra il sodetto profilo delli p. 117, ci è del pavimento alla volta piu di dui quadri e tre quarti della sua larghezza, ... (*Weber* 1904, S. 59, Anm. 2). Rainaldis Rechnung lautet: $42' 6'' \cdot 2{,}75 = 116{,}875 \approx 117'$.

naloco in der Skizze des Antonio de Vincenti, nach Stornaloco in den Protokollen der Mailänder Hütte.

Cesariano stützte sich nur auf das Diagramm und nicht auch auf das zugehörige schriftliche Gutachten des Stornaloco. So mußte er den Ansatz der Maßermittlung Stornalocos für das Ergebnis dieser Maßermittlung ansehen. Rivius und Carrazzi sind Cesariano gefolgt. Die Jüngeren haben auf Cesariano und Rivius aufgebaut und sahen sich, als Stornalocos Diagramm und der Bologneser Kupferstich wieder aufgefunden wurden, in ihrem Streben bestätigt. Mit den scheinbar erfolgreichen Versuchen, die Mailänder Protokolle im Sinne Cesarianos zu verstehen, war der Kreis der Irrtümer geschlossen.

B. Deutsche und französische Quellen

Für die Triangulatur glaubte man, historische Belege in Italien gefunden zu haben. Zugunsten der Quadratur sollen deutsche Quellen — die Fialenbüchlein und die architektonischen Musterbücher — sprechen, dazu das Skizzenbuch des Architekten Villard de Honnecourt.

1. Die Fialenbüchlein

Die Fialenbüchlein sind die Inkunabeln unter den deutschen Architekturtraktaten.

Matthäus Roritzer, seit etwa 1480 Dombaumeister in Regensburg, hat sein dem Bischof von Eichstädt, Wilhelm von Reichenau, gewidmetes „puechlen der fialen gerechtikait" in seiner eigenen Druckerei zu Regensburg 1486 herausgebracht[197]). In der um 1487/88 erschienenen „Geometria deutsch" berichtete Roritzer auch über die Austragung des Wimpergs und der Kreuzblume[198]).

Das zweite Fialenbüchlein, vermutlich in Nürnberg kurz nach Roritzers erster Schrift gedruckt, ist von einem sonst nicht bekannten Hans Schmuttermayer verfaßt. Es behandelt die Fiale, den Wimperg und die Kreuzblume[199]).

---

197) Nur 4 Exemplare blieben erhalten. *Hoffstadt* (1840, S. VIII) kannte das Fialenbüchlein bereits, *Boisserée* (1842, S. 35) dürfte es in jener um *Roritzers* Austragung der Fiale und der Kreuzblume bereicherten, keineswegs zuverlässigen Abschrift vorgelegen haben, die im Musterbuch des Jakob Facht enthalten ist (Köln Stadtarchiv Wf 276*. Das Titelblatt der Handschrift trägt den Vermerk: NB dieses Manuscript habe ich aus der Bibliotheke von Wallraf in Köln entlehnt. SB). Seit *Heideloff* (1844, S. 101—116) wurde der Text samt den Holzschnitten mehrfach wiedergegeben. *F. Geldner* brachte ein Faksimile des Originaldruckes heraus (*Matthäus Roriczer*, Das Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit, Wiesbaden 1965). Dort S. 62ff zur Person *Roritzers*.

198) Die „Geometria deutsch" wurde lange Zeit einem Baumeister Hans Hösch aus Schwäbisch-Gmünd zugeschrieben (*C. Schnaase*, Gesch. d. bild. Künste, Bd. IV, 1871, S. 228; *A. Klemm*, Württ. Baumeister und Bildhauer, Stuttgart 1882, S. 161). Auch dieser Druck liegt seit 1965 im Faksimile vor (vergl. Anm. 197).

199) Dieses Fialenbüchlein hat sich in einem einzigen Exemplar erhalten, das im German. Nationalmuseum zu Nürnberg (Nr. 36 045) aufbewahrt wird. Sein Text samt den zugehörigen Kupferstichen ist im Anzeiger für Kunde deutscher Vorzeit NF 28. Jg., 1881, Sp. 65—78 veröffentlicht.

Roritzer gewinnt „ain grvndt ... czw ainer vialen: nach stainmeczischer art: avß der rechten geometrey“, indem er von der Vierung (abcd) ausgeht, die Seitenmitten (efgh) dieser Vierung zu einer zweiten Vierung und deren Seitenmitten (iklm) zu einer dritten Vierung verbindet (Abb. 24). Nun richtet er

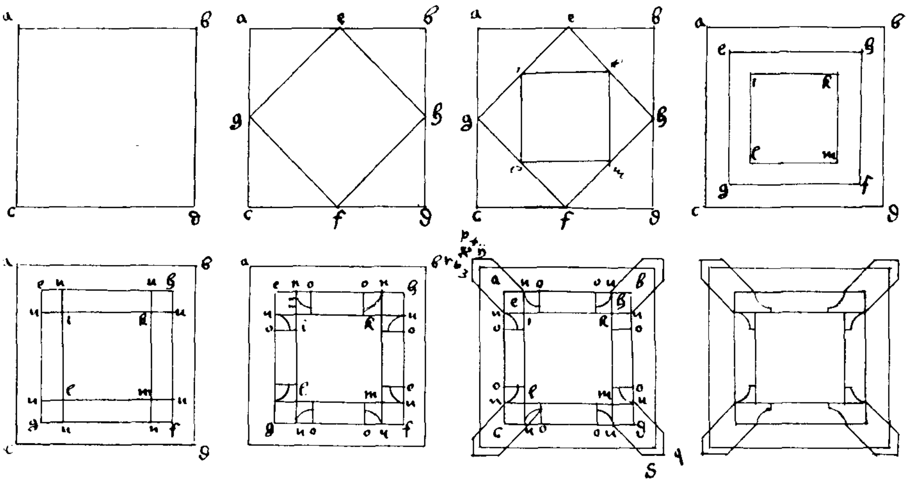


Abb. 24. Der „Grund“ einer Fiale nach Matthäus Roritzer im Musterbuch des Jakob Facht von Andernach.

die zweite und die dritte Vierung der ersten gleich und gewinnt mit einigen weiteren Arbeitsgängen den „Grund“ der Fiale, in welchem, wie in jeder gotischen Grundrißzeichnung, mehrere Horizontalschnitte vereinigt sind. Leib und Riese der Fiale erhalten Höhenmaße, die einem ganzzahligen Vielfachen der Seitenlänge der ersten Vierung entsprechen.

Schmuttermayer beschreibt dasselbe Vorgehen mit kurzen Worten (Abb. 25):

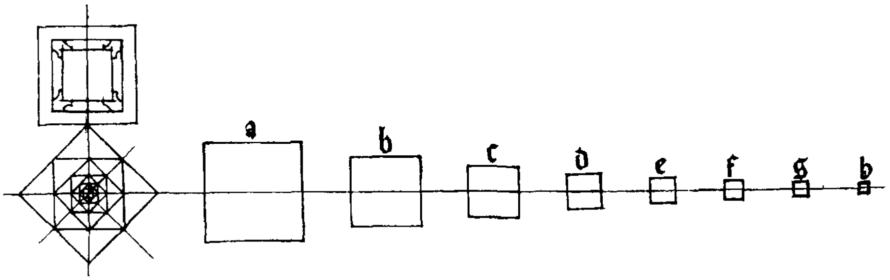


Abb. 25. Der „Grund“ einer Fiale nach Hans Schmuttermayer.

„wiltu (willst Du) ein violn vnd einen wintperg reyssen. So mach von ersten ein virung als groß du wilt. In die selben virung mach VIII virug. ye cleiner vn(d) cleiner. also. das yede in der andern vber eck steen. wie vntte(n) verzeichnet ist nach iren linien. darnach secz die VIII viru(n)g alle gleich nach einander. vn(d) der gib yglicher einen puchstaben". Die Höhenmaße von Leib und Riese der Fiale sind ein Vielfaches der Seitenlänge der Vierung b.

Roritzer und Schmuttermayer gewinnen ihre Abmessungen der Fiale aus der „Vierung über Ort". Dieses Vorgehen hat in der Literatur ein Echo gefunden:

Friedrich Hoffstadt 1840 (S. 64): „Was nun die gotische Architectur betrifft, so ist dieselbe recht eigentlich in der Geometrie und zwar in demjenigen Teile derselben begründet, welchen die Franzosen sehr bezeichnend die descriptive Geometrie nennen. Allein durch die Anwendung der letzteren auf die Konstruktion der Grundformen des gotischen Stiles lassen sich diese folgerecht begründen und bis in die kleinsten Teile hinein entwickeln und verfolgen ... Daß aber auf diese Art die alten Meister verfahren sind, und daß vorzugsweise die Quadratur (oder der Inbegriff der über Eck übereinander gestellten Quadrate) eine ihrer Hauptregeln war, dieses wird jeder, der sich mit dem ... Studium der gotischen Bauwerke abgibt, nicht nur begreifen, sondern es läßt sich auch aus äußeren faktischen Belegen, unter welchen ich außer anderen echten Urkunden und Quellen vorzüglich die bis auf unsere Zeit gelangten, alten Steinmetz-Meisterstücke verstehe, förmlich beweisen".

Carl Schnaase 1850 (S. 321): In seinem Fialenbüchlein gibt „Mathias Roriczer ... Anleitung für die Construktion gewisser Glieder, der Fialen, Wasserschläge und dgl. Sie ist sehr interessant ... aber eine Grundfigur als allgemeine, bedeutsame Wurzel des Ganzen, ist darin nicht gelehrt".

Karl Witzel 1914 (S. 7): „... in keiner dieser Schriften [von Hans Hösch, Lorenz Lacher und Matthäus Roritzer] sind Andeutungen über das Wesen der Triangulation gemacht ... Alle drei Schriften geben nur über allerhand praktische Konstruktionen Aufschluß, die jedem Bauhandwerker schon vorher geläufig sein mußten".

Walter Ueberwasser 1925 (S. 84): Roritzer gewann die Abmessungen der Fiale aus den ersten drei Quadraten der Vierung über Ort. „Wichtig aber ist, daß dieselben drei Einheiten später im Maß der Kreuzblume wiederkehren, so daß ein Mann vom Bau damals ohne weiteres in einer Kirche nach „steinmetzischer Art aus der rechten Geometry" die Grundmaße aus der Kreuzblume ablesen können mußte".

Felix Durach 1928 (S. 37): Zu Roritzers Fialenbüchlein: „Wir machen an diesem Beispiele eine schulmäßige Entwicklung des ganzen Vorganges mit, der von der quadratischen Grundfigur in gesetzmäßiger Weise bis zur Darstellung der werkgerechten, räumlichen Fiale führt. Daraus läßt sich aber entnehmen, daß das angewandte Prinzip konsequent durch alle drei Dimensionen durchgeführt wurde. Das ist wichtig zu beachten. Denn damit ist ein Hinweis gegeben, daß dieses Prinzip auch in der großen Anlage des Gesamtbaues nicht nur in der Grundriß- sondern auch in der Aufrißanlage durchgeführt werden konnte. Dieser Hinweis hat seine Begründung. Denn es liegt in der sich immer wieder zeigenden Einheitlichkeit gotischen Bauens, daß die Arbeitsmethode für die Einzelform die gleiche war wie für die Gesamtbauarbeit. Also kann sehr wohl von dem vorliegenden Beispiele der Fiale auf das Ganze geschlossen werden".

Karl Busch 1935 (S. 79): „Nur eine nebensächliche Kleinigkeit gibt Matthias Roritzer seinem bischöflichen Bauherrn in dem Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit (1486) preis, nicht mehr verrät Hans Schmuttermayers Fialenbüchlein".

Otto Kletzl 1936 (Straßburg, S. 51): Zu den Fialenbüchlein von Roritzer und Schmuttermayer: „Der Text ist übrigens in beiden Fällen nicht belangreich. Der Aufbau einiger Bauelemente nach einfachen Faustformeln, aus denen man sich gewisse Triangulationsverfahren der Bauhütten erst selber ableiten muß." — (S. 54): Auch Schmuttermayer berichtet „nur von einfachen Konstruktionsverfahren für einige Bauelemente, bei denen die „Vierung über Ort", ein für die Praxis der Bauhütten zurecht gemachtes System der Triangulation, eine erhebliche Rolle spielt ..."

Otto Kletzl 1939 (S. 18): „Schon durch Roritzers Fialenbüchlein wird das Entwurfsprinzip der Vierung über Ort ausdrücklich für die Parler gesichert[200]). Solchem Prinzip nun ist das Achteck, der Achtort als Grundfigur unmittelbar zugeordnet. Das dem Achtort einbeschreibbare Dreieck mit 45° Scheitelwinkel, das $\pi/4$-Dreieck, ist jenes der geometrisch privilegierten Dreiecke, dessen sich in der Tat die Parler von Schwäb. Gmünd und Prag vor allem bedient haben".

Walter Ueberwasser 1939 (Beiträge S. 309): „Wenn aber Roritzer die Anweisung trifft, kehre die zweite (diagonal ins erste Quadrat eingestellte) Vierung um und richte sie der ersten gleich, so hat man in dieser nicht wichtig genug zu nehmenden Angabe förmlich die Geburt der Proportionsmethode auf dem Bauplatz selbst zu sehen".

Maria Velte 1951 (S. 19): In Roritzers Austragung der Fiale „wird also kein bestimmtes Längenmaß angegeben. Die Quadratur kann demnach über jeder beliebigen, dem Bedarf entsprechenden Grundstrecke entwickelt werden." — (S. 25): „Um noch einmal zusammenzufassen, so haben uns Matthäus Roritzer und Lorenz Lacher folgende wichtige Angaben geliefert: 1. Das Grundquadrat beschreibt den Umriß des Fialensockels. Beim großen Turm würde das der äußeren Umrißlinie der Mauerwand entsprechen. 2. Das 3. Quadrat bildet den Fialenkern. Auf den Turm übertragen würde es den Innenraum umreißen. 3. . . . 4. . . .". — (S. 28): „Durch das Grundmaß, bei den Türmen also das Grundquadrat, war wohl auch die Höhe bestimmt".

J. Csemegi 1954 (S. 33): „Matthäus Roritzers . . . Verfahren gründet sich auf die Anwendung eines Netzes aus ineinandergezeichneten Quadraten . . . Im wesentlichen empfiehlt dieselbe Methode am Ende des 15. Jahrhunderts Johannes Schmuttermayer, 1516 Lorenz Lacher, dann 1593 der Maler Dietterlin, wenn auch die von ihnen empfohlenen Verfahren, mit Roritzer verglichen, schon viel freien erscheinen. Ich möchte hier betonen, dass jede dieser Methoden im Grunde den am Wiener Stefansturm angewendeten Konstruktionsverfahren gleicht". — (S. 34): „Matthäus Roritzers Buch ist in seiner Art die alleinstehende Schriftquelle für die Konstruktionsmethoden in der deutschen Baukunst des 15. Jahrhunderts. Durch zeitgenössische Bemerkungen ergänzt, kann das darin Niedergelegte im großen und ganzen auf die Baukunst der Spätgotik in ihrer Gesamtheit verallgemeinert werden, selbst wenn die Fachliteratur von einer Existenz gleichzeitiger französischer und englischer Quellen nichts weiss".

Jean Gimpel 1958 (S. 123): „. . . Roriczer nous apprend qu'il est en train de nous révéler ainsi le secret des maçons. Le secret des maçons d'après cet architecte serait donc l'art de tirer l'élévation du plan. Cette méthode pour élever des pinacles est en réalité une méthode générale pur élever aussi d'autres éléments d'une cathédrale. D'où son importance".

Leib und Riese der Fiale finden in Schaft und Helm des Turms eine formale Analogie, die bereits in der Wortschöpfung „Fiale" ihren Ausdruck findet[201]). Sollte diese Analogie als die hinreichend sichere Basis eines Analogieschlusses gelten — eben des Schlusses, der die bei der Austragung der Fiale benützte „Vierung über Ort" als das der Austragung eines Turmes zu Grunde liegende Maßverfahren postuliert — müßte dieses Verfahren, das ja die Horizontalmaße *und* die Vertikalmaße der Fiale regelt, auf die Horizontalmaße *und* die Vertikal-

[200]) In seiner Widmungsvorrede beruft sich *Roritzer* auf die Junker von Prag.

[201]) In seiner Beschreibung eines der Westtürme der Kathedrale von Laon bezeichnet Villard de Honnecourt die Nebentürmchen als filloles.

maße des Turmes anzuwenden sein. Ein Versuch, dieses Verfahren als Ganzes auf einen Turm anzuwenden, wurde bis heute nicht unternommen.

Eine Mitteilung Schmuttermayers, die von der Proportionsliteratur nicht aufgenommen wurde, kommt hinzu: Die Seitenlängen der in einer Vierung über Ort vereinigten Quadrate verhalten sich, wenn wir die Seitenlänge des Grundquadrats als a bezeichnen, wie $a : \frac{a}{2}\sqrt{2} : \frac{a}{2} : \frac{a}{4}\sqrt{2} : \frac{a}{4} : \ldots$, d. h. die jeweils zweiten Glieder verhalten sich wie $1 : \frac{1}{2}$, die jeweils aufeinander folgenden Glieder wie $1 : \frac{1}{2}\sqrt{2}$. Schmuttermayer, der die Quadrat(seiten) mit fortlaufenden Buchstaben bezeichnet (Abb. 25), behauptet nun:

$$\begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g & h \\ & & & \frac{b}{2} & \frac{b}{3} & \frac{b}{4} & \frac{b}{6} & \frac{b}{8} \\ & & \frac{a}{2} & \frac{a}{3} & \frac{a}{4} & \frac{a}{6} & \frac{a}{8} & \frac{a}{12} \end{array}$$

Daß sich die jeweils zweiten Glieder wie $1 : 1/2$ verhalten, hat er richtig gesehen, aber das inkommensurable Verhältnis $1 : 1/2\sqrt{2} = 1 : 0{,}7071$ ersetzt er durch $1 : 2/3 = 1 : 0{,}6666$. Dieser Näherungswert ist um 5,7 % zu gering.

Für die praktische Arbeit bedeutet dies: Erhielt das Ausgangsquadrat einer Fiale beispielsweise die Länge von 50(oder 100) cm, so konnte die Seitenlänge des in der „Vierung über Ort" nächstfolgenden Quadrats als $^2/_3$ der Ausgangsgröße gelten, denn der Fehler, der etwa 1 (bzw. 2) cm ausmachte, dürfte einem Steinmetzen, der gewiß nicht auf die Ergründung mathematischer Lehrsätze erpicht war, in der kaum vermeidbaren Ungenauigkeit der Reißbodenzeichnung verborgen geblieben sein.

Nimmt man aber an, die „Vierung über Ort" sei auch benützt worden, einen Turmgrundriß auszutragen, würde der Fehler so groß werden, daß er nicht mehr zu übersehen wäre[202]).

Was ist aus alledem zu schließen ? Die mathematische Deutung, die Schmuttermayer der Vierung über Ort gegeben hat, ist irrig. Aber weshalb ist dieser

[202]) Für den Freiburger Münsterturm konstruierte *Ueberwasser* (1939, Freiburg, Abb. 1b, hier Abb. 14) das Grundquadrat über der Ausladung der Strebepfeiler; mit der Seitenlänge des nächstfolgenden Quadrats erhielt er die Breite des Turmschaftes. Am Bau mißt die Seite dieses Grundquadrates in nordsüdlicher Richtung 24,81 m. Daraus die Seitenlänge des nächstfolgenden Quadrats zutreffend 17,54 m, nach *Schmuttermayer* 16,54 m, Differenz 1,00 m. — *Velte* (1951, Taf. XII) nahm den Umriß des Freiburger Achtortgeschosses nach dem Moller'schen Grundriß als Grundquadrat, um daraus die lichte Weite des Achtorts zu gewinnen. Die nordsüdliche Länge des Grundquadrats mißt am Bau 15,715 m. Daraus die Seite des nächstfolgenden Quadrats zutreffend 11,11 m, nach *Schmuttermayer* 10,47 m, Differenz 0,63 m. — Daß die Seitenlänge der zweiten Quadrate beidemale nach beiden Versionen von den Baumaßen — 15,715 bzw. 11,22 m — abweicht, sei am Rande vermerkt.

Irrtum unbemerkt geblieben? Entweder: Für einen Turm oder für einen Bauteil vergleichbarer Abmessungen wurde nur das „Grundmaß" als Vielfaches der ortsüblichen Maßeinheit angetragen und über diesem Grundmaß entwickelte sich die „Vierung über Ort", deren Streckenwert mit der Meßlatte nachzuprüfen kein Anlaß bestand. Anders gesagt: Der genannte Analogieschluß wäre berechtigt, der Architekt hätte die Baumaße am Reißbrett wie an der Baustelle nach dem Verfahren der „Quadratur" entwickelt. Oder Schmuttermayers Mitteilung ist wörtlich zu nehmen, d. h. die „Vierung über Ort" wurde als geometrisches Hilfsmittel benützt, eine mäßig große Strecke — unter dieser Voraussetzung konnte die mathematisch irrige Deutung der Figur unentdeckt bleiben — nach gemeinen Brüchen aufzuteilen.

Welche dieser beiden Möglichkeiten trifft zu? Roritzer, der kurz vor Schmuttermayer schrieb, äußert sich zu dieser Frage nicht.

Wenden wir uns also den Musterbüchern zu.

2. Die Musterbücher

„Das Gebäu hat seine gar genauen Regeln und gesetzte Eintheilung, da sich alle Glieder nach dem ganzen Werke und das ganze Werk hinwiederum nach den Gliedern richten muß. Der Chor ist als das Fundament und die Grundregel des ganzen Gebäudes angenommen, nach dessen Weite nicht nur die Stärke der Umfassungsmauer, der Strebepfeiler, die Weite der Fenster, sondern auch aus der gefundenen Mauerdicke alle Breter (Schablonen) zu den Simsen und allen Gliedern des Werkes gesuchet werden." Mit diesen Worten hat ein Unbekannter wohl in der Mitte des 17. Jh. den wesentlichen Inhalt seines Musterbuches umschrieben[203]).

Lorenz Lacher hat die Unterweisungen für seinen Sohn Moritz am Margarethentag des Jahres 1516 abzufassen begonnen[204]). Er schrieb eingangs:

---

[203]) *C. L. Stieglitz*, in dessen Besitz sich die Handschrift von „des Chores Maß" befand, hat ihren Inhalt nur auszugsweise mitgeteilt (1820, S. 243—246). *Hoffstadt* wiederholte diesen Abdruck und fügte ihm einiges hinzu (1840, S. 92f., 95, 145f., 148, 168f., 173, 175f.). Ob der Text der Handschrift damit in seinem vollen Inhalt bekannt geworden sei, steht dahin. Von den der Handschrift beigefügten 10 Zeichnungen (*Hoffstadt* 1840, S. 168 Anm.), die „... zart, mit fester, geübter Hand ausgeführt, nicht aber getuscht, sondern schraffirt" waren (*Stieglitz* 1820, S. 241), hat *Hoffstadt* wenigstens eine abgebildet (1840, S. 168 und Taf. XIV A Fig. 5, dazu ad 5, b ad 5 und c ad 5). Die Handschrift ist seitdem verschollen, ebenso die von ihr gegen 1840 genommene Abschrift.

[204]) Zur Person Lachers, der sich „der Pfalz Baumaister vnd Pixenmaister" nennt, vgl. *Siebenhüner* 1944, S. 73, *Booz* 1956, S. 43 und *A. Seeliger-Zeiss*, Lorenz Lechler von Heidelberg und sein Umkreis, Heidelberg 1967, S. 22ff. — Der Text des Musterbuches ist abschriftlich in das 1593 begonnene Musterbuch des Jakob Facht von Andernach übergegangen (vgl. Anm. 197). *Reichensperger* (1856, S. 133—155) hat dieses Musterbuch einschließlich der zugehörigen Abbildungen veröffentlicht. Diese Veröffentlichung ist auf Kritik gestoßen: *Rathe* (1926, S. 676, Anm. 2) beanstandete die „paläographische Unverläßlichkeit der ... Edition". *Kletzl* (1935, S. 56): „*Reichensperger* hat nun nicht allein den Text aus der ihm zur Verfügung stehenden Quelle durchaus nicht mit jener Sorgfalt geschöpft, die wir heute verlangen müssen, sondern hat, was ungleich mehr ins Gewicht fällt, die weitaus meisten Zeichnungen, welche Lacher seiner Schrift beigab, einfach unter-

„... darumben so wil ich Erstlich Anfangen vnd weissen, wie du Khanß Maßgerechtigkeit von Anfang biß Zu endt auß dem Viel Andere gepey (Gebäude) Iren grundt Vnd Maß habendt ... Lieber Son, hie wil ich Anfangen aller Erst Vnd Dich Vnderweissen wie du ein Khor anlegen solst In mehr, dan in Einer maß, vnd auß diser khunst endtspringen viel Andern bey ... Vnd Darumb so du wissen wildt, wie du alle Predter gewinen solst dich der mauern ein [höhe] weidt, eß sey der Bau khlein oder groß, der stein hardt oder weich wie du dich in den halten muest, vnd ob du den Pfeiller abprechen (über einem Gesims zurückspringen lassen) muest, mit maßwerkh ist alles Nodt Zu wissen, der dickhe vnd breide halben ..."

Auf dieses Musterbuch des Lorenz Lacher werden wir uns im folgenden stützen müssen, denn das voraus zitierte Musterbuch — es hat den Notnamen „des Chores Maß" erhalten — ist nur in Auszügen überliefert, der Inhalt eines dritten, in Wien aufbewahrten Musterbuches ist einstweilen nur summarisch bekannt[205]) und das Frankfurter Musterbuch[206]) bietet unserer Frage so wenig einen Anhaltspunkt wie das Musterbuch des Jakob Facht[207]). Die

---

Noch [204])
drückt". *Kletzl* (1939, Anm. 101) spricht von „einer fehlerhaften, auch in den Beilagen unvollständigen Veröffentlichung dieses Traktats". Dagegen *Booz* (1956, S. 42f): „Da mir die Originalabschrift durch das Kölner Stadtarchiv ... überlassen wurde, konnte ich die recht genaue Übereinstimmung zwischen Originaltext und Edition feststellen, was auch für die Zeichnungen gilt". Vergleicht man *Reichenspergers* Druck mit einer Fotokopie der Handschrift, so bestätigt sich das zuletzt genannte Urteil. Nicht der Abdruck der Handschrift, sondern die der Handschrift anzurechnenden Mängel erschweren das Verständnis des Textes. Auch in der Abschrift von *Roritzers* Fialenbüchlein hat sich derselbe Schreiber nicht wenige Freiheiten herausgenommen (vgl. Anm. 197).

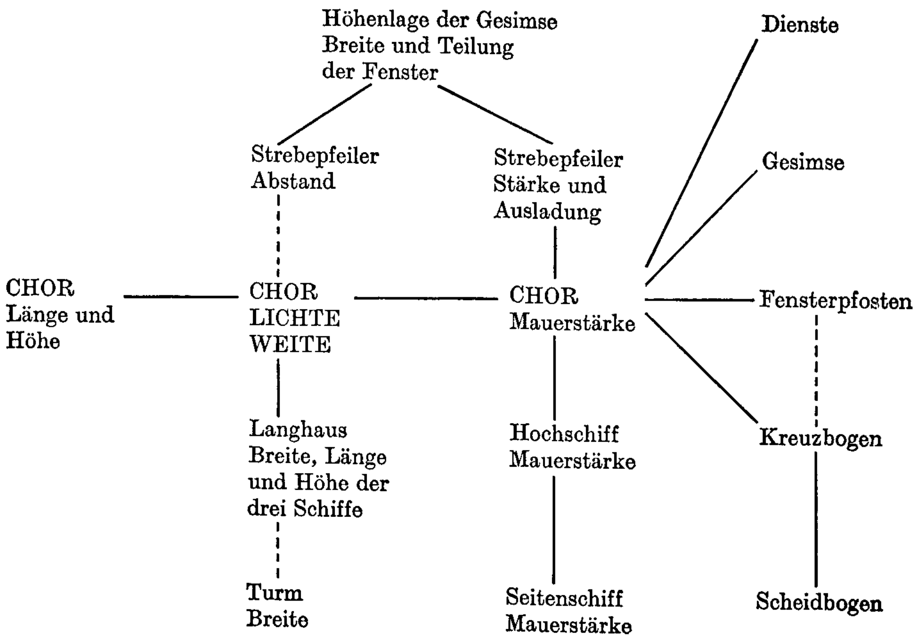
[205]) Erst während des ersten Weltkrieges wurde diese bis dahin unbekannte, im 15. Jh. abgefaßte Handschrift aus Wiener Privatbesitz für die Kupferstichsammlung der Wiener Hofbibliothek erworben. *Rathe* referierte über diese Handschrift 1926 und stellte zugleich deren Edition in Aussicht.

[206]) Das in Städel'schen Kunstinstitut aufbewahrte, mehrfach „WG 1572" signierte Musterbuch enthält Zeichnungen von Gewölben, Fenstern, Maßwerken und Fassaden, dazu — wie das Wiener Musterbuch — ausgeschnittene Gewölbefiguren, bietet aber keinen erläuternden Text (*Booz* 1956, S. 42).

[207]) Das Musterbuch des Jakob Facht von Andernach, heute im Kölner Stadtarchiv, trägt auf dem Titelblatt die Jahreszahl 1593. Es enthält Grund- und Aufrisse spätgotischer Gewölbe auf kreisrundem, halbkreisförmigem oder quadratischem Grundriß, Wendeltreppen usw., bietet jedoch keinen zugehörigen Text. (Mitteilungen aus dem Stadtarchiv von Köln, Sonderreihe: Die Handschriften des Archivs, Heft X., Abt. 1, Deutsche und niederländische Handschriften, bearbeitet von *Karl Menne*, Köln 1931, S. 218ff.). — Jene Zeilen, die „Meister Jakob Lacht von Andernach an seinen Sohn, 1593" gerichtet haben soll (*Mössel* 1938, S. 397), stehen nicht bei Facht, auch nicht bei Lacher, der für seinen Sohn die Unterweisungen schrieb, sondern bilden den ersten, hier zitierten Abschnitt von „des Chores Maß". — Noch gegen 1850 waren drei weitere Musterbücher bekannt, die inzwischen verschollen sind. Das eine war im Besitz des Grafen von Uexküll-Güllenbrand in Stuttgart. *Heideloff* (1844, S. 1) hat daraus „manches Interessante notiert". Das zweite war Eigentum des württ. Oberhofbaumeisters Nikolaus von Thouret (*Heideloff*, ebenda). Das dritte, in lateinischer Sprache abgefaßt, trug den Titel: liber constructionum Alberti in Germania (*Heideloff* 1849—51, I, S. 29). Diese Schrift gab seinerzeit Anlaß, Albertus Magnus als den „Erfinder" der Gotik anzusprechen. — Weiter wäre die „Abschrift eines Aufsatzes über die Classifikation der weltlichen und Klosterkirchen

Mitteilungen Lachers finden in „des Chores Maß“ und im Wiener Musterbuch weithin ihre Bestätigung[208]), woraus zu schließen ist, Lachers Text folge einer alten, offenbar gesicherten Überlieferung.

Wie die Fialenbüchlein berichtet Lacher über die Austragung der Fialen, der Wimperge und Kreuzblumen[209]). Darüber hinaus handelt er ausführlich von den Maßen, die dem Chor, dem Langhaus, dem Turm und den Formgliedern einer Kirche zukommen. In der nahezu systemlosen Abfolge seines Textes die wechselseitige Bedingtheit der Maße und darüber hinaus in diesen Maßbeziehungen die Methodik und den Ursprung des Maßgefüges zu erkennen, ist nicht leicht. Das folgende Schema möge diese Maßbeziehungen deutlich machen.



Noch [207])

und ihres alten Kirchenbaustyls vom Jahre 1418“ samt zugehörigen Zeichnungen zu nennen, deren jüngste 1554 datiert war. Das Konvolut befand sich im Besitz des Legationsrates Scharold in Würzburg (*Heideloff* 1849–51, III, S. V).

[208]) Wie *Rathe* (1926, S. 676ff) mitteilt, finden sich immerhin 12 Regeln Lachers bereits im Wiener Musterbuch. Auf die von *Stieglitz* bzw. *Hoffstadt* überlieferten Parallelstellen in „des Chores Maß“ wird im folgenden mit S bzw. H und Seitenzahl verwiesen.

[209]) In der Widmungsvorrede des Büchleins von der Fialen Gerechtigkeit bezeichnet *Roritzer* die Aussteilung der Fiale als „den anefang des außgeczogens Stainwerchs“. Lorenz Lacher, der für dieselbe Sache den gleichen Ausdruck — „dises ist der eingang deß außgezognen steinwerckhs“ (38) — gebraucht, fügt hinzu: „heist alles steinwerckh, waß sein rechte maß hat vnd außteillung“ (35). Lacher behandelt Fiale, Wimperg und Kreuzblume in den in der Handschrift wie in *Reichenspergers* Nachdruck nicht bezifferten Abschnitten 36–41, 43, 44, 47 und 51.

Zunächst zu den *großen Abmessungen des Bauwerks:*

Lacher berichtet vom *Chor:* „Item ein khor der 20 Schuech weydt ist, im Liecht, der sol Anderthalben mal so hoch sein, alß weitt er ist, Daß ist seine rechte höhe, ... aber ein Werckhliche höhe, solt zweimal so hoch sein, als weit Er ist ..." (4)[210]. — „Item wer ein khor machen will, der soll in (ihm) seine rechte höch geben, auch sol er wissen mehr den (denn) einerley höch, daß sindt dreyerley höch, die erste höch ist als weit der khor ist Im liecht anderthalb mal so hoch soll er sein, biß an daß haubt (Mauerkrone?), die ander höch ist, soweit der Chor ist ihm liecht, zweimal so hoch soll er seyn, die dritte höch ist, so weit der khor ist, Im liecht, dreymal so hoch soll er sein biß auf das haubt ..." (72). — „... vnd auch so weit der khor ist, zweymal so hoch soll er Ihn machen ..." (75).

Ähnlich wie die *Höhe* regelt sich die *Länge* des Chores:

„... vnd alß weit der Khor ist, er sey khlein oder groß, der soll dreymal so lang sein, nach gelegenheit deß baues ..." (72). — „... vnd alß weit der khor ist, zweiymal so lang soll er Ihn machen ..." (75).

Der lichten Weite des Chors gibt Lacher hier 20′, an anderer Stelle 30′[211]. So wäre die Höhe des Chores in den genannten Verhältnissen 30′, 40′, 45′, 60′ oder 90′, die Länge des Chores 40′, 60′ oder 90′.

Aus der lichten Weite des Chores folgt die *Mauerstärke:*

„Wiltu (Willst Du) Einen Khor machen Im daglon [oder] Verding, khlein oder groß, so hab nun merckhungen waß du (da) an dem vrd (Ort) da der bau stehn sol für stein stndt (stehen), ob die hardt oder weich sint ... Item ein khor der 20 Schuech weidt ist, Im liecht, vnd ist der stein guet, so mach die mauern zwen Werkhschuech dickh, ist aber d(er) khor von Eydlen gehauen steinwerckh, so brich im (ihm) ab 3 Zoll, ist den fauller stein so gib im (ihm) 3 Zoll zue zu der dickh der Mauren ..." (2). — „Item Ein khor 30 Schuech weidt, 3 Schuech dickh die mauren ..." (3)[212]. — „Item wer ein dickh werckh anlegen will, der soll das werckh teillen In zechen teill, vnd als groß der selb teill eines ist, also dickh soll die mauer sein ..." (62). — „Item wer ein werckh anlegen wil, der teil das werckh in zechen teill, vnd als dickh der teill eineß ist, alß dickh sol die mauer sein ..." (73). — „Item wer ein khor machen wil der soll in (ihn) ihm grundt funff schuech dickh anlegen, vnd wen er vber die Erden kombt mit dem grundt, so sez er in ab vmb ein schuech, vnd wen er kombt an die fensterbanckh, dan man d(as) Kapgesimbß ligt, so sez er in vmb anderthalben schuch ab ..."

Die Mauerstärke oberhalb des Kaffgesimses beträgt demnach 3′ 6″ (63).

„Item wer ein khor recht anlegen will, der teil die weitung in drey teill, vnd derselben teill einen In fünff teill, vnd alß groß derselben theill eines ist, also dickh, mach die mauer zum khor ..." (75).

Lacher nennt 20′ bzw. 30′ als Lichtmaß des Chores. Davon sei die Mauerstärke der 10. bzw. 15. Teil. Überdies sei die Mauerstärke 2′ je nach den Umständen um 3″ zu mehren oder zu mindern. So folgen aus Lachers Angaben die Mauerstärken 1′ 9″, 2′, 2′ 3″, 3′ und 3′ 6″[213].

---

210) S 245; H 148: das $1^1/_2$fache der Chorweite ist die rechte, das 2fache die werkliche Höhe des Chores.

211) S 243, 245; H 146, 148: die Chorweite mißt 20′ oder 30′.

212) S 243; H 146: die Mauerstärke eines 20′ weiten Chores ist 2′, die eines 30′ weiten Chores 3′.

213) Die gewiß zu geringe Mauerstärke 20′/15 = 1′ 4″ (etwa 0,4m) bleibt hier und im Folgenden außer Betracht.

Die Stärke der *Strebepfeiler* ist der Mauerstärke gleich: Die für den 20′ weiten Chor ermittelte Mauerstärke gilt

„zu der dickh der Mauren, vnd mit den Pfeillern" (2). — „Item Ein khor 30 Schuech weidt, 3 Schuech dickh, die mauren aber mit den Pfeillern die mag (mache) 3 schuech dickh 2 ob dem schreggesimbß ..." (3)[214]). — Mit der Stärke der Strebepfeiler ist deren Ausladung gegeben: „... vnd alß dickh der Pfeiller ist, zweimal alß Lang, sol er sein ..." (3). — „Item wer ein Pfeiller machen wil, der In der Ruehe sten (stehn) sol, der soll den Pfeiller machen vier schuech breidt, vnd alß breid der Pfeiller ist, zweimal, also lang so (soll) er sein. Diese Pfeiller geheren an Khör oder wo man Irer bedarf" (70). — „... die Pfeiller die aussen an dem khor stehn, die sollen zweymal so lang sein als dickh er ist" (72)[215]).

Den Aufbau des Chores gliedern *Gesimse:*

„... vnd der Khor sey Eng oder weit, so soll der Kapgesimbs (Kaffgesims) alß hoch ligen, alß weit die Pfeiller von ein ander stehn[216]), von schreggesimbß biß aufs kapgesimbß, geviert. Item der schreggesimbß soll also hoch ligen, alß dickh der Pfeiller ist ..." (4). — „... vnd alß weit die Pfeiller von einander stehn, also hoch sol der Deckgesimbß (Kaffgesims) von dem schreggesimbß hinauf ligen, daß sein (es eine) fierung giebt" (16). — „...alß weitt die Pfeiller von einander stehn, also hoch soll der kapgesimbß ligen, darauf die fenster angehen" (62). — „... alß weit die Pfeiller von einander stehn, also hoch sol der kapgesimbß ligen von der Erdten, alß hoch soll ein Jedes gesimbß von dem andern ligen ..." (75)[217]).

Aus dem Abstand der Strebepfeiler wird die *Breite der Fenster* abgeleitet:

„Item die weite des fensters solstu teillen zwischen den Pfeillern[218]) in dem khor In fünff teillen, vnd nimb drey teill zum liecht im fenster, mit sambt d(en) Pfosten, die vberige zwey teill zu dem gewengen (Gewände) des fensters, vnd ist der khor groß, so werden die felter deß fensters alß der gröster, du du ein Alten vnd ein Jung(en) Pfosten darein theillen khanst, ist es den ein khleiner Khor, so teill einen oder zwen Pfosten in das fenster ..." (8). — „Item hab achtung wan du ein Kor fenster wilst anlegen, so teill zwischen zweien Pfeillern in fünff teill vnd nimb drey teil zum liecht deß fensters, darein teil du den Pfosten alt vnd Jung ... dise maß brauchet man zum grossen gepeien, aber zu schlechten vnd khlein gepeien, so teillt man gemeiniglich zwen werckhschuech in ein Liecht im fenster, vnd zwischen den Pfeillern zeichen (zehn) teill, zwey teil zum liecht, so bleiben noch drey teil vber, zwey teil an den Pfeillern ligen ..." (16)[219]).

---

214) Die ohne Angabe der Dimension gebliebene Ziffer 2 dürfte vom Abschreiber irrtümlich hinzugefügt sein. — Entsprechend erhalten die Strebepfeiler des Langhauses die Stärke der Hochschiffmauer (53, 79).

215) S 243; H 146: die Ausladung der Strebepfeiler sei das 2fache ihrer Stärke.

216) Die Abschrift behauptet, der Abstand der Strebpfeiler entspreche dem 3fachen der Mauerstärke des Chores (74), was nicht gut möglich ist.

217) S 245; H 148: das Kaffgesims liegt so hoch über dem Schräggesims, als der Raum zwischen einem Pfeiler und dem anderen beträgt.

218) H 146: Für das Langhaus wird der Abstand der Strebepfeiler deutlicher angegeben: von einem Mittel zum anderen.

219) S 243; H 146: „Die Fenster-Weite wird durch die Weite zwischen den Pfeilern bestimmt, die, in 5 Theile getheilt, 3 Theile davon dem Fenster im Lichten, nebst dem Pfosten giebt, die übrigen 2 Theile bleiben den Gewänden neben den Pfeilern."

Auch das *Langhaus* leitet seine Abmessungen aus der lichten Weite des Chores ab:

„Item wer wissen wil eines langwercks gerechtigkeit, der sol nemen die Leng des Kors vnd derselben leng zwo sol das langwerckh lang sein[220]) vnd daß hochwerckh (Mittelschiff) sey also weit der khor ist ..." (79)[221]). — „Item halb als weit das hochwerckh ist, so weit sol ein abseiten sein ..." (74). — „... die abseiten sollen alß weit sein, alß daß hochwerckh weit ist, halb ..." (79)[222]). — „... Item nimb die weitung von dem hochwerckh vnd so hoch alß das hochwerckh weit ist, darauf sez (setze) die anfeng (Gewölbeanfänger) in den abseiten, vnd so weit das hochwerckh ist, anderthalb mal so hoch, darauf sez die klenstuckh ..." (56)[223]. — „... alß weit die Strey Pfeiller (Strebepfeiler) von einand(er) stehn, also hoch sollen die fenster angehen in den abseiten ..." (73).

Auch die Breite des *Turmes* scheint letztlich aus der lichten Weite des Chores genommen zu sein[224]). Für die weiteren Maße gibt Lacher an:

„Item wan ein durn zweyhundert Schuech hoch wirdt so gib im zu der mauer dickhe zechen (zehn) schuech, wirdt dan ein durn dreyhundert schuech hoch, so nimb zu der mauer dickh fünffzechen schuch mit sambt den Pfeillern[225]), darnach theil die mauer dickhe in drey teill vnd nimb derselb(en) teill drey zum Pfeillern[226]), wildu (willst du) vil Kleitung (Rücksprung des Mauerwerkes oberhalb eines Gesimses) an den Pfeillern machen, so mach den Pfeillern drithalben teil lang, so bleibet die vbrige (übrige) Mauer dickhe zu dem durn[227]) darauf du den Turn hinauß füren khanst, wirdt es aber ein schlechter durm, so mach den Pfeiller anderthalb mal so lang alß dickh er ist, wan aber der Turn gar hoch wirdt, so muestu den Pfeiller zweimal verpostamenten, das Postament an dem schreggesimbß sol also hoch vnd dickh sein als der Pfeiller dickh ist, Innen vnd Aussen" (25). — „Item der Erst kapgesimbs oder die erste abkleitung sol also hoch ligen oder angehn alß breidt der Turn vber haubt ist[228]), auf das es ein fierung wierdt ..." (26)[229]).

Die großen Abmessungen des Kirchengebäudes — von den Abmessungen der Formglieder wird später die Rede sein — gewinnt Lacher auf die einfachste Art: Zunächst legt er die lichte Weite des Chores mit einem runden Vielfachen

---

220) S 244; H 175: Die Länge des Langhauses richtet sich danach, ob der Ort volkreich ist oder nicht.

221) S 243; H 175: „Das Langhaus richtet sich mit seinen Schäften nach dem Chore und wird diesem an Weite gleich gemacht, jedoch so, daß die Schäfte mit des Chores Mauern nicht in gleicher Linie der Lichtweite laufen, sondern mit drey Seiten ihrer achteckigen Form vorstehen."

222) S 243; H 175: Zwei Drittel der Chorweite ergeben die Weite der Abseiten und die Achsweite der Strebepfeiler.

223) S 245: Die (Kämpfer-)Höhe des Mittelschiffs sei das 2fache der Chorweite; bei langen Bauten sei diese Höhe vom Schräggesims bis zum Dachgesims gemessen.

224) S 244; H 95: „Wird nur ein Thurm angelegt, so muß er sich (in seiner Breite) nach dem Chore richten, und demselben gleich spielen."

225) S 244; H 92: Die Mauerstärke eines 200′ hohen Turmes sei 10′, die eines 300′ hohen Turmes 15′.

226) S 245; H 93: Von den 3 Teilen der Mauerstärke gehören 2 dem Strebepfeiler.

227) S 245; H 93: Bei reichlicher Kleitung $2^1/_2$ Teile der Ausladung.

228) S 245; H 93: Alle Turmgeschosse werden so hoch, wie der Turm breit ist.

229) S 244: Nur „des Chores Maß" äußert sich auch zur Doppelturmfront: Die Fluchten der Langhauspfeiler und der Strebepfeiler ins Viereck gebracht ergeben die Umfassung der Front.

der Maßeinheit fest. In der Absicht, die Höhen- und Längenmaße des Chores und des Mittelschiffs zu erhalten, bildet er das $1^1/_2$fache, 2- oder 3fache des Grundmaßes. Das nach gemeinen Brüchen aufgeteilte Grundmaß liefert ihm die weniger großen Baumaße, etwa die Breite der Seitenschiffe oder die Mauerstärke des Chores. Diese Mauerstärke ist gleich der Stärke der Strebepfeiler. Den Abstand der Strebepfeiler wiederum unterteilt er nach gemeinen Brüchen und gewinnt so die Breite der Fenster. Was sich aus solchen Maßzusammenhängen nicht ableiten läßt — die Stärken der Fundamente oder die Höhe des Turmes — benennt er wieder als Mehrfaches der Maßeinheit, von deren rundem Vielfachen er mit dem Grundmaß ausgegangen war. Nirgends deutet er an, diese großen Abmessungen des Kirchengebäudes seien aus einem Dreiecksverhältnis hervorgegangen[230]).

Dennoch haben manche Autoren im 22. Abschnitt der Unterweisungen Lachers einen historischen Beleg der Triangulatur gefunden. Dieser Abschnitt lautet:

„Item so du wildt ein Khor an das hochwerckh anleg(en) wo er stehn sol, der abmerckung, der sonen aufgang, so nimb ein khunbast (Kompaß), sez den auf ein winckelmaß vnd laß den mangnad (Magnetnadel) auf die mitdaglinie (Mittagslinie) stehn, vnd nimb d(ann) die zwerglinien (Querlinien), die gegen d(en) aufgang (Osten) stehn vnd schlag die Pfel (Pfähle) nach einer schnuer, vnd auß demselben reiß ein firung, vnd auß derselbigen firung gewin ein AchtEckete Khor mit dem (den) Pfeillern, wie dan die Pfeiller stehn sollen, die zeüg (ziehe) also auß den mitlbunten (Mittelpunkten) deß khors, daran bindt ein schnuer vnd richt alle Pfeiller darnach daß sie nicht falsch stehn, vnd wans du den Khor angelegt hast mit seiner mauer dickhe, so gib im auf einer Jeklichen seiten ein halben schuech zue zu der mauer dickhe, vnd wanßtu (wenn du) mit dem bau herauß khombst vber die Erdten, so ziech den bau wider auf ein Neus ab, das er seine rechte Mauer dickhe wider bekhombt mit den Pfeillern auf den rechten Grundt. Darumb so besser die verzaichnung, darumb hab ich dier mein mainung hie gewissen das du dich besser wist (weißt) zuerichten."

Alhard von Drach 1897 (S. 4) zitierte und interpretierte diesen Abschnitt: „Da hierbei die Achsenrichtung des Chores als „Zwerglinie", d. h. als Senkrechte zu dem durch die Magnetnadel vorher ermittelten Meridian erscheint, so werden wir zu der Annahme veranlaßt, man sei auch, schon ehe der Kompaß bekannt war, bei der Grundlegung der Kirchen von der Bestimmung der Mittagslinie ausgegangen ... Auf Grund einer solchen Voraussetzung ergiebt sich aber die prinzipielle Idee zur Anwendung von Triangeln (gleichseitigen Dreiecken) als Normen für die Disposition der Kirchengrundrisse, auf einfache und natürliche Weise, sobald wir uns den Vorgang bei einer Orientierung, ... vergegenwärtigen. Nachdem in einem zu dem Bau hergerichteten und geebneten Terrain durch Messungen des Schattens von einem lothrecht aufgerichteten Stabe die Mittagslinie gefunden und gezogen war, wurde auf derselben eine sich in dem landesüblichen Längenmaß in runder Zahl ausdrückende Strecke abgemessen und ihre Endpunkte, wie es oben von Lacher vorgeschrieben wird, durch eingeschlagene Pfähle markiert. Die

[230]) Lacher erwähnt das (gleichseitige) Dreieck nur zweimal, beide male lediglich als Alternative des gewohnten Vorgehens: „Item wer ein gibel machen wil auf ein Jecklichs werckh, der mach in also hoch der bau ist, oder mach in ein Triangel" (19). — „Item wer ein gewelb auf ein Jecklichs werckh machen will, der mess wie weidt das Werckh aussen ist, do das gewelb drauf stehn soll, also hoch soll daß gewelb sein, oder wiltu es in ein ander höch haben, so machs In einen Triangel" (84). — Solchen zur Wahl gestellten Fingerzeigen wird man nicht entnehmen wollen, Lacher habe seine ausführlich nach einem anderen Prinzip erläuterte Bemessung des Kirchengebäudes aus einer Triangulatur abgeleitet.

Entfernung zwischen denselben wurde so bemessen, daß sie, wie wir sehen werden, schon einer zur Achse senkrechten Abmessung des Gebäudes entspricht, etwa der Weite des Langhauses, des Mittelschiffs und dergl. Um die Achse zu bekommen, war es nur nötig, vermittelst an jenen Pfählen befestigter gleichlanger Schnüre, gleichschenklige Dreiecke beiderseits von der Mittagslinie, herzustellen und deren Scheitel wieder durch Pfähle zu zeichnen. Am bequemsten gestaltete sich die Ausführung, wenn die Länge der Schnüre der Entfernung der beiden in der Mittagslinie eingeschlagenen Pfähle gleich gemacht wurde, weil dann gleichseitige Dreiecke statt der gleichschenkligen entstehen, und in der Grundrißzeichnung von der Figur ... [hier Abbildung 26,1] der mit den Buchstaben ABCC′M versehene Theil erscheinen wird, in dem die Strecke AB die Abgrenzung in der Mittagslinie und die Gerade CC′ die Achse bezeichnet. Es liegt sehr nahe, C und C′ für die Proportionierung des Grundrisses weiter zu verwenden, beispielsweise derart, daß man AC

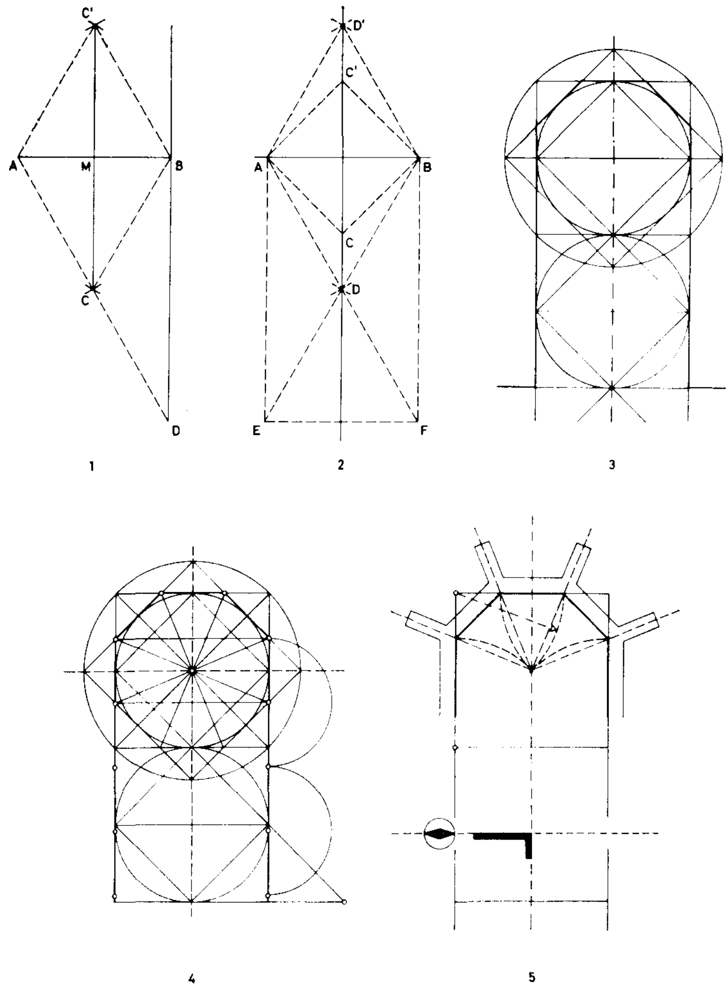


Abb. 26. Lorenz Lachers Austragung eines Chores: 1. nach Drach 1897. — 2. nach Witzel 1914. — 3. nach Booz 1956. — 4. nach Mojon 1967. — 5. Rekonstruktionsversuch.

über C hinaus um CD = AC verlängert, und die gefundene zur Achse CC′ parallele Linie BD, welche gleich der doppelten Höhe MC vom Dreieck ABC ist, als Tiefe des Langhauses annimmt, wenn AB dessen Breite darstellt; der Punkt C′ aber dient in irgendeiner Weise für die Normirung der Chorparthie, sei es als Centrum der halbkreisförmigen Apsis oder zur Festlegung ihrer Innenwand usw."

Karl Witzel 1914 zitierte diese Interpretation Drachs und fuhr fort (S. 11f.): „An Hand der auf Tafel . . . [hier Abbildung 26,2] gekennzeichneten Figur erläutert sich der Vorgang folgendermaßen. A und B sind die in gewissem Abstand auf der Mittagslinie bestimmten Punkte; als Schnittpunkt der um A und B beschriebenen Kreisbögen erhält man mit beliebigem Radius C und C′ oder einfacher mit dem Radius gleich AB, D und D′. Die Verbindung der jeweilig erhaltenen Punkte ergibt die Längsachse der Kirche. Es ist nun sehr naheliegend, daß man die gleichseitigen Dreiecke zur Proportionierung des Grundrisses weiter verwendet und über D ein weiteres gleichseitiges Dreieck DEF mit derselben Basis konstruiert und damit in D′ beispielsweise den Mittelpunkt oder die Außenwand der Chorrundung, in EF die Westwand des Langhauses erhält. Das eben Beschriebene kann man an vielen romanischen und gotischen Kirchen in dieser Einfachheit und ohne prinzipielle Abweichung nachweisen und es läßt sich daraus schließen, daß dieser praktische Vorgang bei Errichtung einer Senkrechten zur einfachsten Form der Grundrißtriangulation geführt hat, zuerst ohne jeglichen Gedanken an eine ästhetische Wirkung. Überall wo es galt, in der Ebene Senkrechte zu errichten, trat das gleichseitige Dreieck als Hilfsmittel auf. Für die Verwendung in der vertikalen Dimension läßt sich diese praktische Form der Entstehung nicht nachweisen, denn hier konnte bei der Errichtung der Senkrechten als einfacheres Mittel das Lot verwendet werden. Indessen hat sicherlich diese Konstruktion auch beim Zeichnen der Baurisse, wo der Zirkel und das gerade Lineal die hauptsächlichsten Handwerkszeuge waren, eine wesentliche Rolle gespielt und kam auf diese Weise auch für die senkrechten Proportionen in Betracht".

Walter Thomae 1933 (S. 41) stellt fest, Drach verwerte „Lorenz Lacher. Dieser finde zwar die Mittagslinie bei der Anlage des Chores mit dem Kompaß und die Senkrechte dazu mit dem Winkelmaß, aber vor Erfindung des Kompasses habe man mit einem „Schattenstab" gearbeitet, mit dessen Hilfe Pfähle eingeschlagen und die Achse des Chores durch Schnüre erhalten, nämlich durch gleichschenklige Dreiecke. Am bequemsten gestaltete sich die Ausführung, wenn man die gleiche Schnur nahm und so gleichseitige Dreiecke erhielt. „Es liegt denn nahe", daß man mit gleichseitigen Dreiecken weiteroperiert hat und die Scheitelpunkte „in irgend einer Weise" (!) für die Normierung der Chorpartie verwendete. Diese phantasievolle Vorstellung von der Absteckung des Baus knüpft Drach an die gänzlich anders gearteten Aussagen Lachers, als ob dieser von der Methode überhaupt nicht mehr gewußt hätte."

Otto Kletzel 1935 (S. 57f.) hat in seiner Besprechung der Schrift Thomaes „. . . zu sagen, daß die von Th. . . . behandelten Angaben Lorenz Lachers über die Konstruktion eines Chorgrundrisses mit Hilfe von Schnur und Pflöcken die Verwendung von triangulierenden Schnur-Dreiecken durchaus nicht unwahrscheinlich macht. Jedem Architekten wird die naheliegende Einfachheit eines solchen Verfahrens sogleich einleuchten und ein mit dem Bauwesen Vertrauter wird auch heute leicht davon zu überzeugen sein, daß derart verwickelte Grund- und Aufrißsysteme, wie sie in der Spätgotik so häufig werden, ohne Zuhilfenahme geometrischer Proportionsverfahren weder entworfen, noch in die Wirklichkeit hätten umgesetzt werden können."

Luc Mojon 1967 (S. 45): „. . . wird das Achteck mit Hilfe der Verschränkung der Grundvierung gewonnen . . . Bedeutsam ist vor Allem, daß . . . Lacher, bei dem der Standort der Pfeiler nicht unmittelbar aus dem selben System hervorgeht wie die Länge des Chores, die Verdoppelung des Grundquadrates empfiehlt."

Lesen wir den 22. Abschnitt der Unterweisungen Lachers nochmals! Die mit dem Kompaß[231]) festgestellte Nordsüdrichtung wird eingeschnürt, dann wird über die Schenkel eines Winkeleisens die Ostwestrichtung visiert und ebenfalls eingeschnürt, danach wird ein Quadrat konstruiert und dieses zum Achteck umgeformt; eine aus dem Mittelpunkt des Chores über die Eckpunkte des Achtecks gespannte Schnur gibt schließlich die Achsen der am Chorschluß stehenden Strebepfeiler.

Da ist von Dreieck oder Triangulatur — Abb. 21,1 und 2 — mit keinem Wort die Rede. Ob Lachers Anweisung auf über Eck ineinandergestellte Quadrate, d. h. auf die Anwendung der Quadratur abziele — Abb. 26,3 und 4 — ist eine andere Frage. Wer einen in fünf Seiten des Achtecks schließenden Chor auf der Baustelle austragen will, mag die Seitenmitten des orthogonal stehenden Quadrats festlegen; aber weshalb soll er diese Punkte untereinander verbinden? Einen Nutzen hätte er davon nicht, es sei denn, die Vierung über Ort, d. i. die Grundfigur der Quadratur sei zu gewinnen. Aber wozu dies? Lacher könnte sein Achteck durch Übereckstellen zweier Quadrate gleicher Größe gewonnen haben. Wie er tatsächlich vorging wissen wir nicht, denn er gibt über diese ihm selbstverständlichen Handgriffe keine Auskunft. Nun ist es um vieles mühsamer eine geometrische Figur auf dem Bauplatz auszutragen als sie auf dem Reißbrett zu zeichnen. Kann man nach mehreren Verfahren zum gleichen Ziel kommen, wird man an der Baustelle dem einfachsten Verfahren den Vorzug geben. Matthäus Roritzer hat in seiner „Geometria Deutsch" angegeben, wie man aus dem Quadrat auf die einfachste Weise das Achteck gewinnt: Man setzt den Zirkel in einer Quadratecke ein, spannt ihn bis zum Mittelpunkt des Quadrats und schlägt diesen Kreisbogen auf die benachbarten Quadratseiten (Abb. 26,5). War die Aufgabe mit diesem einfachen, vor und nach Roritzer gewiß weithin bekannten Verfahrens zu lösen — weshalb sollten wir dann annehmen, Lacher habe sich eines komplizierteren Verfahrens bedient? So ist dieser Abschnitt der Unterweisungen Lachers gewiß kein — den weiteren Abschnitten der Unterweisungen überdies widersprechender — Beleg für die Anwendung dieser oder jener Proportionsfigur.

Wir hatten verfolgt, wie Lacher die größeren Baumaße aus der lichten Weite des Chores abgeleitet hat. Wie gewann er nun die *Abmessungen der Formglieder*?

Zunächst die Maßermittlung des alten und des jungen *Fensterpfostens:*

„... darnach teill die mauer Dickhung des khorß In drey teill, derselbige teil eines nimb vnd teil dasselbig teil wider in siben teil, daß ist der rechte alt Pfosten zu all(en) gebeien, wiltu aber einen Jungen Pfosten machen, den man Offs (oft) braucht, so thue zwey teil von den siben teil, so bleiben dir fünff teill, dieselbige fünff teil bedeut(en) den Jungen Pfosten auf das du das der Leichter verstehn magst, so hat der alt Pfost siben teill vnd der Jung Pfost fünff teil, vnd wirt der Jung Pfost auß dem alt(en) Pfosten genumen, wan du die firung in drey teil geteillet hast, so reiß ein andere fierung durch die grosse fierung vber Orth durch einander zweimall so hastu breide vnd lenge" (9). — „... darnach theill die mauer dickbe [des Chores] in drey teill vnnd so groß derselben teill eines ist, alß lang muestu den Pfosten machen ..." (75).

231) Vitruv (lib. I cap. VI) empfahl einen schattenwerfenden Stab.

Lacher erläutert seine Weisungen durch zwei Zeichnungen. In der einen (Abb. 27) sind auf der Mittellinie der über der Mauerstärke des Chores errichteten Vierung 2 mal 7 Einheiten abgetragen. Zwischen den beiden Skalen und der

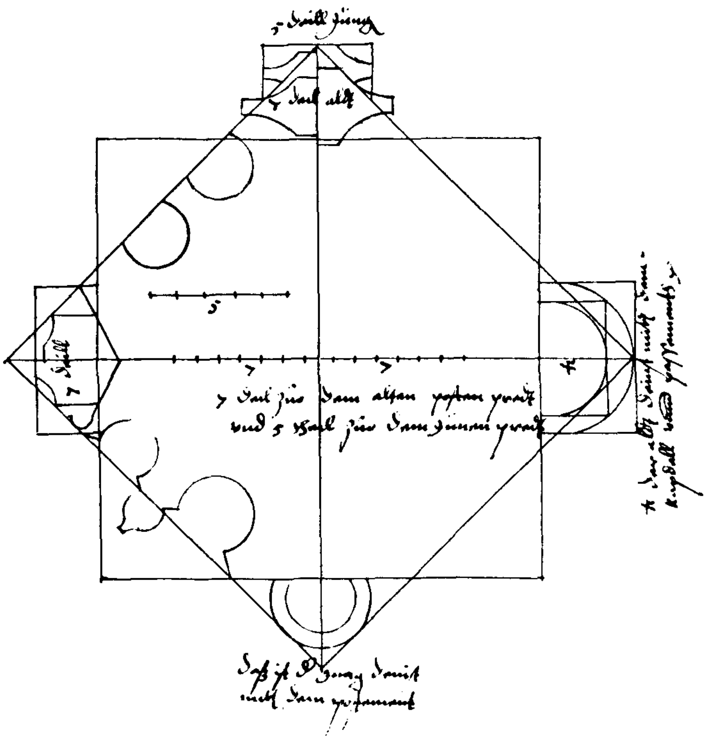


Abb. 27. Eine Maßbestimmung der Formglieder nach Lorenz Lacher.

Vierung verbleiben jeweils $3^1/_2$ nicht markierte Einheiten. Die jeweils sieben Einheiten machen also ein Drittel der Vierungsseite aus. Laut Beischrift hat die Länge des alten Pfostenbretts 7, die des jungen Pfostenbretts 5 Einheiten[232]). In der zweiten Zeichnung (Abb. 28) umschließt ein Rechteck den alten und den jungen Pfosten. Die Länge des alten entspricht 7 bezifferten Einheiten, 5 dieser Einheiten machen die Länge des jungen Pfostens aus.

Für die Pfostenbretter gibt Lacher weitere, ebenfalls arithmetisch formulierte Weisungen[233]):

„Item den alten Pfosten, den teill nach der leng vnd nach der breidte in drey teill, vnd wans du ihn in drey teill geteillet hast, so soll der Jung Pfost alweg drey teil khürtzer sein

232) Die Beischriften lauten: 7 deil aldt — 5 deill jung — 7 deil zue dem alten posten predt vnd 5 theil zue dem junen predt.

233) Zwei davon sind im Abschnitt (55) ineinander geschachtelt, was das Verständnis des Textes nicht erleichtert.

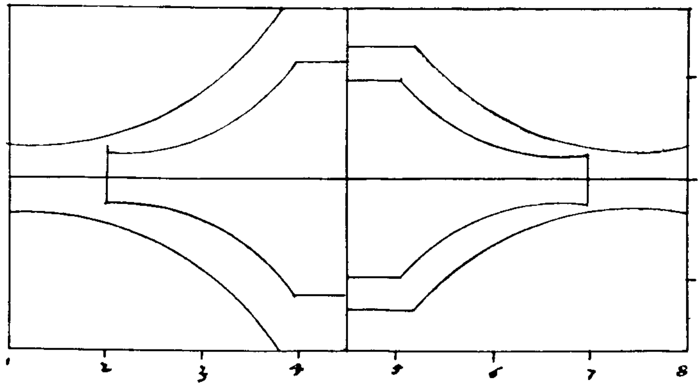


Abb. 28. Eine Maßbestimmung der Pfostenbretter nach Lorenz Lacher.

dan der alt vber zwerg, auch das dritt teill khürzer, vnd teill auch an dem alten Pfosten die lenge In siben teill, also lang der teil eineß ist, also groß mueß die wöllen sein, vnd stellen (teile einen) sollen teill in drey teill vnd nimb derselben drey teill eineß, nimb zwey zu d(er) andern wöllen, denn Jungen Pfosten auch in siben teill nach der lenge, so ist eines wie das ander an dem Pfosten (die beiden Querschnitte sind einander ähnlich), daß der eineß alß vertruckh ist worden (der eine ist zusammengedrückt, mithin kleiner als der andere) ..., so hastu die rechte teillung ..." (55). — „... vnd teill auch an dem alten Pfosten die lenge In siben teill, alß lang der teil eineß ist, also groß mueß die wöllen sein, vnd stellen (teile einen) sollen (solchen) teill in drey teill vnd nimb derselben drey teill eineß (ziehe einen Teil ab), nimb zwey zu d(er) anderen wöllen ..." (77).

Diese Hinweise beziehen sich auf mehrere Arten des Vorgehens und sind offenbar lückenhaft. Daher ist kaum möglich, die Arbeitsgänge als Ganzes zu verstehen. In Abb. 28 finden sich immerhin einige der genannten Teilungen wieder: die Länge des alten Pfostens $L = 7$, seine Breite $B = 3^{1}/_{2}$ (im eingezogenen Körper $2^{2}/_{3}$), die Länge des jungen Pfostens $l = 5$, seine Breite $b = 2^{1}/_{3}$ (bzw. 2). Die Stirnseiten der Pfosten — dies sind offenbar Lachers „Wöllen"[234]) — messen $^{2}/_{3}$ bzw. $^{1}/_{2}$.

In diesen arithmetischen Maßbestimmungen der Pfostenbretter gibt Lacher an, welches Maß in wieviele Teile zu zerlegen sei und wieviele solche Teile das nächstfolgende Maß ergeben. Wie war also in der handwerklichen Praxis vorzugehen? Zwei Möglichkeiten bieten sich zunächst an: Aus Lachers Angaben hatten wir die Mauerstärke des Chores — sie stellt das Grundmaß für die Abmessungen der Formglieder dar —, zu 1′ 9″, 2′, 2′ 3″, 3′ und 3′ 6″ ermittelt. Ist die Länge des alten Pfostenbretts ein Drittel der Mauerstärke, könnte man die Maßzahl der Mauerstärke durch 3 dividieren und das auf Fuß und Zoll lautende Ergebnis der Rechnung mit dem Zollstock wieder antragen. Die nächst kleineren Abmessungen rechnerisch zu ermitteln, ist jedoch kaum möglich, da sich das Ergebnis solcher Rechnungen zumeist nicht in Fuß und Zoll darstellen läßt. Also die andere Möglichkeit, die Mauerstärke als Strecke

234) Damit ist bei Fensterpfosten wohl die Stirn und die Flanke, bei Gesimsen das Plättchen gemeint, vgl. die Abschnitte 13, 46, 47, 55, 66, 77.

anzureißen und diese Strecke mit dem Zirkel in drei Teile und das Drittel wieder mit dem Zirkel in sieben Teile aufzuteilen. Nun mag die Dreiteilung noch angehen, aber eine Strecke mit dem Zirkel siebenfach aufzuteilen, macht keine Freude. So erscheinen beide Möglichkeiten für die handwerkliche Praxis nicht recht tauglich zu sein.

Für die Maßermittlung der Pfostenbretter bietet Lacher neben diesen arithmetischen auch geometrische Weisungen an. Sollten diese Weisungen mit den aufgezeigten Schwierigkeiten der handwerklichen Praxis und mit den arithmetischen Weisungen etwas zu schaffen haben? Sehen wir zu:

„.... hat der alt Pfost siben teill vnd der Jung Pfost fünff teil, vnd wirt der Jung Pfost auß dem alt(en) Pfosten genumen, wan du die firung in drey teil geteillet hast, so reiß ein andere fierung durch die große fierung vber Orth durch einander zweimall so hastu breide vnd lenge" (9).

Auf diese Weisung beziehen sich wohl die beiden Zeichnungen der Abb. 29: In der oberen ist über der Mauerstärke des Chores eine Vierung errichtet, deren Fälche in beiden Richtungen dreigeteilt ist. Im mittleren Teilquadrat steht eine Vierung über Ort. Sie ist in der unteren Zeichnung nochmals, dieses Mal samt den Brettern der beiden Pfosten dargestellt[235]). Die Breite der Pfosten geht aus der Vierung über Ort unmittelbar hervor. Die Länge der beiden Pfosten ist auf einem kleinen Umweg gewonnen: Entspricht die Seitenlänge des Teilquadrats, wie in der oberen Zeichnung der Abb. 29 angegeben, 12 Einheiten[236]), ist der Abstand zwischen diesem und dem übernächsten Quadrat $=3$; diese Strecke halbiert = Stirnbreite des jungen Pfostens; diese Strecke halbiert = Abstand der Stirn des jungen Pfostens vom Umriß des Teilquadrats. Den Stirnseiten des alten Pfostens sind Kreise vorgelegt. Deren Durchmesser = Stirnbreite des jungen Pfostens = $1^1/_2$ Einheiten. Um $^3/_4$ des Durchmessers dieser Kreise = $1^1/_8$ Einheiten sind die Stirnseiten der Pfosten von den Ecken des Quadrats zurückgenommen. So haben die Pfosten folgende Abmessungen:

alt: Länge $L = 12\sqrt{2} - 2^1/_4 = 14{,}7205$ Einheiten
Breite $B = 12 \times {}^1/_2\sqrt{2} = 8{,}4852$

jung: Länge $l = 12 - 1^1/_2 = 10{,}5000$
Breite $b = 6{,}0000$

daraus die Verhältnisse:

$$\begin{aligned} L:l &= 14{,}7205 : 10{,}5 &&= 7 : 4{,}9930 \approx 7:5 \\ B:b &= 8{,}4852 : 6{,}0 &&= 7 : 4{,}9497 \approx 7:5 \\ L:B &= 14{,}7205 : 8{,}4852 &&= 7 : 4{,}0349 \approx 7:4 \\ l:b &= 10{,}5 : 6{,}0 &&= 7 : 4{,}0000 = 7:4 \end{aligned}$$

[235]) Eine nahezu übereinstimmende Zeichnung findet sich im Wiener Musterbuch, fol 15 v (Foto Marburg 136907) und in Zeichnungen, die im 17./18. Jh. in Nürnberg oder Bamberg anläßlich einer Meisterprüfung vorgelegt wurden (Abb. 32, 33).

[236]) „Daß ist der schuh mitt den zollen zue d(er) fierung darauß du alle pretter findest." — Lacher teilt die Mauerstärke, d. i. eine in Schuh und Zoll festgestellte Strecke und nennt den so gewonnenen Teil wiederum „Schuh". Wo er von der Ermittlung der Zeichenmaßstäbe spricht (52, 58, 59, 78), nennt er die Maßeinheit der Wirklichkeit den „großen Schuh", die für sie stellvertretend benutzte Maßeinheit der Zeichnung den „kleinen Schuh". In gleicher Art sind wohl auch die letzten Sätze des Abschnitts (57) zu verstehen.

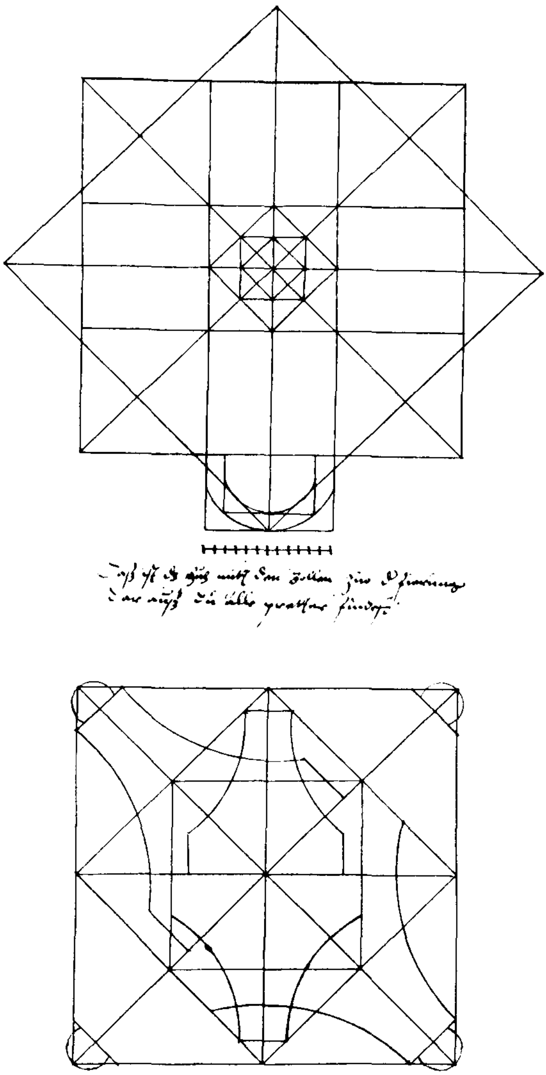
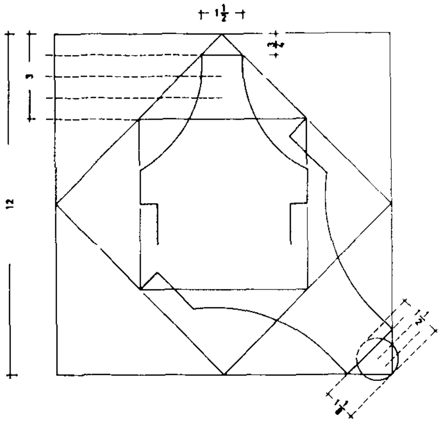


Abb. 29. Eine weitere Maßbestimmung der Pfostenbretter nach Lorenz Lacher.

In den zunächst genannten, arithmetisch eingekleideten Weisungen hatte Lacher das Längenverhältnis der beiden Pfosten zu 7 : 5 angegeben. Dort war unsere Frage, wie solche Teilungen in der handwerklichen Praxis vollzogen wurden — Division der Maßzahlen oder Zirkelteilung der Strecken — ohne befriedigende Antwort geblieben. Nun stellt sich heraus, daß die Längenmaße beider Pfosten in vorgesehenem Verhältnis einer auf dem Reißboden entwickelten Figur als ungeteilte Strecken mit nahezu vollkommener Genauig-



keit entnommen werden konnten[237]). Ein gleiches gilt für die Maße, deren Verhältnis sich hier zu 7 : 4 herausstellt[238]).

Für die Maße der Pfostenbretter gibt Lacher eine zweite geometrische Anweisung:

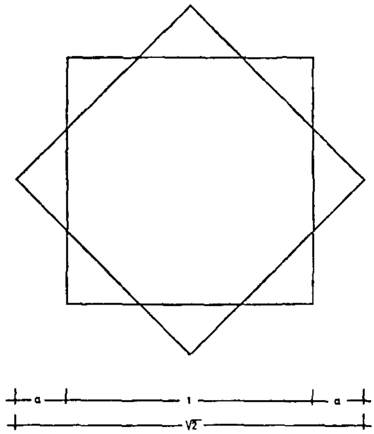
„Item es ist der alt prauch, die zwen gesimbs als dickh vnd lang die fierung vber Orth ist, so ist die ander alß lang herauß von dem mauer hobt (Mauerhaupt, Flucht) alß lang daß alt halb Pfosten bredt ist, so weit sol der schreggesimbß für die mauer gehn, ... darnach so leg darein für gesimbß (Profile), waß du wilst nach gelegenheit des Paues vnd [des] Pauhern" (11).

Der Überstand, von dem die Rede ist, kann sich nur einstellen, wenn die Vierungen nicht mit abnehmender Größe eineinander gelegt, sondern wenn zwei Vierungen gleicher Größe verschränkt werden. Danach wäre die Länge des alten Pfostenbretts $= 2\,a = \sqrt{2} - 1 = 0{,}4142$ der Mauerstärke des Chores. Nun hatten wir in Abb. 29 die Mauerstärke in 36 Einheiten geteilt gefunden, von denen 14,7205 der Länge des alten Pfostenbretts entsprachen. $36 : 14{,}7205 = 1 : 0{,}4089$. Die beiden Werte stimmen soweit überein[239]), daß man annehmen darf, die Länge des alten Pfostenbretts sei auf dem einen und auf dem anderen Wege mit praktisch übereinstimmendem Ergebnis ermittelt

[237]) Die zweiten Werte sind um 0,1 bzw. 1,0% zu gering. Auf die wirkliche Länge eines Fensterpfostens bezogen sind solche Abweichungen bedeutungslos, überdies dürften sie von der Zeichenungenauigkeit des Reißbodens überdeckt worden sein.

[238]) Der eine Wert ist um 0,8% zu groß. — Diese einfachen Zahlenverhältnisse — 7 : 5, 7 : 4 — stellen sich nur ein, wenn man die Strecken L, B, l und b paarweise ins Verhältnis setzt. Die Relation aller vier Maße in solch einfachen Zahlenverhältnissen einzufangen, ist hier, wie in der Regel, nicht möglich. Daher kann *Lacher* die von ihm gewiesenen Werte — hier 7, 5 und 4 — nicht aus einer Rechenoperation oder aus einer Zirkelteilung gewonnen haben.

[239]) Der zweite Wert wäre um 1,2% zu klein.



worden. Ob dieses Ergebnis 4 Zehnteln der Mauerstärke entsprechen solle, mag dahingestellt bleiben[240]).

Die letzte geometrische Weisung für die Maße der Pfostenbretter:

„,... auf das du d(as) dester (desto) baß (besser) verstehn magst, wie du ein Pfosten bredt in drey weg gewinen solst, darauf hab ich dier dieselbigen groß verzaichnet in der fierung, daß erst durch die erfindung, Zwey In einer fierung, da hastu die rechte zwey bredter, das alt vnd das Jung, ... vnd zum Pfosten bredt nimb ein halb(en) teill oder (der) lenge am Pfosten vnd reiß die halben woll mit darzue, noch findstu ein wenig mit einer vber lenge der fierung, auch khlein vnd groß, mit der aler bösten maß" (13).

„Groß gezeichnet in der Vierung" finden wir die Pfostenbretter in Abb. 30. Setzen wir hier die Länge des alten Pfosten L — dies ist auch die Seitenlänge des von Lacher nicht eingezeichneten Grundquadrats — gleich 1, so folgt die Breite des alten Pfostens B = 0,5, die Länge des jungen Pfostens $l = \frac{1}{2}\sqrt{2} =$ 0,7071 und die Breite des jungen Pfostens b nach der Beischrift „5 theill" = $\frac{5\,B}{7} = 0{,}3571$.

Daraus die Verhältnisse:

L : l	= 1	: 0,7071	= 7 : 4,9497	≈ 7 : 5
B : b	= 0,5	: 0,3571	= 7 : 4,9999	≈ 7 : 5
L : B	= 1	: 0,5	= 7 : 3,5000	= 7 : 3,5
l : b	= 0,7071	: 0,3571	= 7 : 3,5355[241])	≈ 7 : 3,5

Daß die geometrische Figur auf die arithmetischen Verhältnisse 7 : 5 und 7 : 3,5 abziele, ist offenkundig.

---

240) Der geometrisch ermittelte Wert wäre um 3,4% zu groß.

241) Vom Verhältnis 7 : 5 bzw. 7 : $3\frac{1}{2}$ entfernen sich die an zweiter Stelle genannten Werte um 1,0, 0,0, 0,0 und 1,0%.

Die Ergebnisse der arithmetischen und der geometrischen Weisungen Lachers für beide Pfosten sind in nebenstehender Tabelle zusammengefaßt.

Die Mauerstärke ist in 21 (arith. I,II) oder 36 Einheiten (geom. I) aufgeteilt. Nur arithmetisch sind die Verhältnisse $B : b = 3^1/_2 : 2^1/_3$ (III) und $l : b = 5 : 2^2/_3$ (III) bestimmt, nur geometrisch die Verhältnisse $B : b = 7 : 5$ (I, II), $L : B = 7 : 4$ (I) und $l : b = 7 : 4$ (I) bzw. $= 7 : 3^1/_2$ (II). Das Verhältnis $L : l = 7 : 5$ ist sowohl arithmetisch (I, II, III) wie geometrisch (I, II) bestimmt, ebenso das Verhältnis $L : B = 7 : 3^1/_2$ (arithm. III, geom. II). Aus dieser Übereinstimmung ist offenbar zu schließen, Lacher habe eine geometrische Figur in der Absicht benutzt, unter Vermeidung von Rechenoperationen

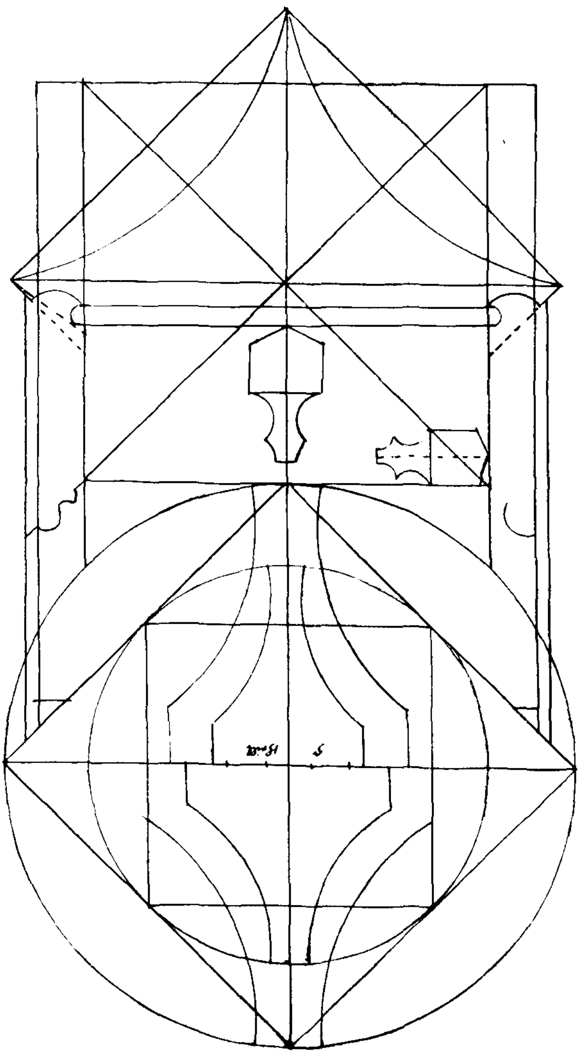


Abb. 30. Eine Maßbestimmung der Pfosten-, Gesims- und Bogenbretter nach Lorenz Lacher.

	Lachers Abschnitt bzw. Abb.	Mauer-stärke	L	B	l	b
arithmetisch I	(9)	3×7	7		5	
II	Abb. 27	21	7		5	
III	Abb. 28		7	$3^1/_2$	5	$2^1/_3$
IV	(55)				$\frac{2\,L}{3}$	$\frac{2\,B}{3}$
geometrisch I	(9) Abb. 29	36	7	4 7	5 7	 5 4
II	(13) Abb. 30		7	$3^1/_2$ 7	5 7	$2^1/_2$ 5 $3^1/_2$

und Zirkelteilungen für die Pfostenbretter Maße zu erhalten, deren Relation einfachen Zahlenverhältnissen entspricht. Ist dem wirklich so? Prüfen wir weiter:

Ebenfalls aus der Mauerstärke des Chores gewinnt Lacher das *Kreuzbogenbrett*[242]):

„Item wen du das Chreützbogen bredt gewinen wilst, so teil die mauer dicke in sechs teile vnd nimb derselben teill eines, daß ist daß Creützbogen bredt vnd alß lang daß Creützbogen bredt ist, halb so breith sol es sein, dieses ist der groß Kreüzbog(en) den vnsere alt vetter (Altväter) haben gebraucht, den sie haben genuegsam stein gehabt, aber zu Jeziger zeit braucht man gar viel Redt darumb, Darumb so brauch du dise khleine Khreüzbogen, es wer den sach, daß du gar ein weit gewelb hast, so brauch den grossen Creüzbogen ... so teil d(en) grossen Chreützbogen In sechs teill vnd nimb fünff teil zu dem kleinen Creüzbog(en), darein magstu für gesimbß darein machen, wie es dir gelegen ist ... du solst also den Chreützbogen gewinen, die breide (Breite) sol alweg ein großen vnd ein khleinen, In fünff teil geteillet werden, es sey daß Pfosten bredt oder daß Chreüzbogen bredt ..." (13). — „Item wer aus der mauer dickhe machen wil, da mach ein gefierte firung vnd theill dieselbe firung vber Orth nach der zwerg in drey teill, vnd so groß alß derselbe teil eines ist, so groß soll das khreüzbogen bredt sein nach der leng vnd also lang er ist, halb so breidt soll er sein ..." (57). — „... die Creüz bogen vnd der Kapgesimbß sollen deß Pfosten größ haben ..." (74).

Geben wir der Mauerstärke versuchsweise die von Lacher in Abb. 29 genannte Zahl von 36 Einheiten, so entspricht nach (13) die Länge und Breite des großen Kreuzbogens 6 bzw. 3 Einheiten, die Länge des kleinen Kreuzbogens 5; Nach (57) und (74) wäre der große Kreuzbogen jedoch doppelt so groß. Die

242) Wie aus den Abschnitten (13, 67, 68, 74) hervorgeht, versteht Lacher unter dem Kreuzbogen offenbar die Diagonalrippe.

beiden in der Mitte der Abb. 30 dargestellten Bogenbretter messen, wenn wir für die Mauerstärke ebenfalls 36 Einheiten voraussetzen, 12 und 6[243]) bzw. 10 und 5 Einheiten.

Aus dem Kreuzbogenbrett ist das *Scheidbogenbrett* abzuleiten:

„. . . vnd theill daß Creützbogen bredt nach der lenge In sechs teill vnd [den] sechsten teill in zwey teill, so uil (viel) sol der schaidtbogen grösser sein dan der Creützbogen bredt an der breide vnd an der lenge . . ." (57). — „. . . vnd der scheitbogen, der soll haben die Tickhung des Pfosten leng, vnd der Creutzbogen in dem hochwerckh soll also groß sein, als der scheitbogen in der abseiten ist, vnd der scheidtbogen in dem hochwerckh soll das dritteil grösser sein, den der Creutzbogen in dem hochwerckh . . ." (74).

Der wechselseitige Zusammenhang der Maße und deren Abhängigkeit von der Mauerstärke ist diesen Hinweisen nicht mit Gewißheit zu entnehmen. Die genannten Teilungen — 6, 12, 3 — ließen sich leicht verwirklichen, wenn die Mauerstärke wiederum in 36 Einheiten geteilt wäre. In Abb. 31 sind zwei

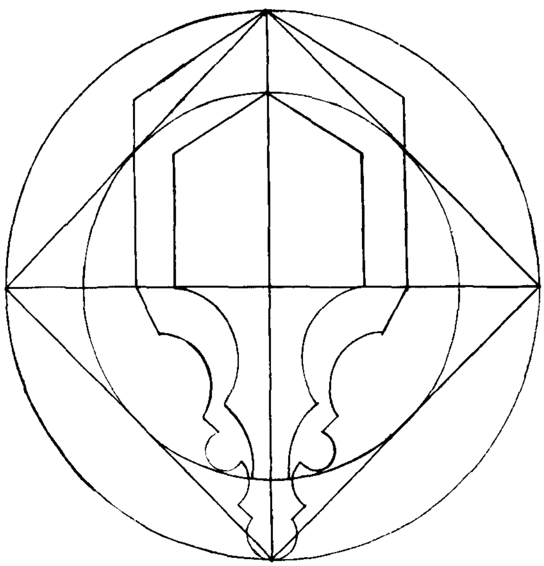


Abb. 31. Eine Maßbestimmung des Scheidbogen- und des Kreuzbogenbretts nach Lorenz Lacher.

Bogenbretter — wir nennen ihre Abmessungen wie gewohnt L, B, l und b — aus einer Vierung über Ort gewonnen. Nehmen wir versuchsweise an, L sei, wovon Lacher ja auch spricht, gleich einem Drittel der in 21 Einheiten geteilten

243) Es sind reichlich 6 Einheiten. Maßungenauigkeiten enthält die Figur auch an anderen Stellen. Die in der oberen Hälfte der Figur über Eck gestellte Vierung hat z. B. eine geringere Seitenlänge als die per definitionem gleichgroße, aufrechtstehende Vierung.

Mauerstärke, ist $L = 7{,}0$, $B = 3{,}5$, $l = 3{,}5\sqrt{2} = 4{,}9497$ und $b = 1{,}75\sqrt{2} = 2{,}4748$. Mit geringfügigen Ungenauigkeiten[244]) folgen daraus wiederum einfache Zahlenverhältnisse:

$$\begin{aligned} L : l &= 7 : 4{,}9497 &&\approx 7 : 5 \\ B : b &= 3{,}5 : 2{,}4748 &&\approx 3{,}5 : 2{,}5 \\ L : B &= 7{,}0 : 3{,}5000 &&= 7 : 3{,}5 \\ l : b &= 4{,}9497 : 2{,}4748 &&\approx 5 : 2{,}5 \end{aligned}$$

Aus der Mauerstärke des Chores folgt auch die *Ausladung der Gesimse:*

„Item es ist der alt prauch, die zwen gesimbs als dickh vnd lang die fierung vber Orth ist, so ist die ander alß lang herauß vom dem mauer habt (Haupt) ..., so weit sol der schreggesimbß für die mauer gehn ..." (11).

Der Inhalt dieser nicht völlig verständlichen Weisung scheint sich zu einem Teil in Abb. 30 wiederzufinden: Oben eine aufrecht stehende Vierung, die über der Mauerstärke errichtet ist, nachdem sich an ihre unteren Ecken die Sockelprofile anschließen. Auf ihr liegt verschränkt eine zweite Vierung der selben Größe[245]). Wo sie über die Mauerfluchten vortritt, sind Kaffgesimse eingetragen. Geben wir der Mauerstärke wieder einmal 36 Einheiten, ist die Ausladung der Kaffgesimse $= 0{,}5 \times 36\sqrt{2} = 7{,}4558$. Man ist versucht, diesen Wert für $7^1/_2$ zu nehmen[246]), sobald man feststellt, daß sich weitere Abmessungen der Figur in der 36-Teilung der Mauerstärke ebenfalls ganzzahlig ausdrücken lassen, so von der Mauerflucht bis zu den beiden über dem Sockelprofil aufsteigenden Linien 4 bzw. 5 und von der Unterkante des Kaffgesimses bis zu dessen Nase 4 Einheiten[247]).

Aus der Mauerstärke des Chores folgen auch die *Abmessungen des Dienstes:*

„... aber waß der dinst anbelangt, den muestu reisen In die firung an das geweng bredt, wan du daß geweng bredt gerisen hast, in die fierung mit seine(m) gesimbß, da will ich dir den diest in zwey weg reisen in die firung den alt(en) vnd den jungen, darnach magstu dich wissen zue richten mit dem Kaptel (Kapitell) vnd Postament ..." (10). — „... den dinst reiß In die fierung, wie ich dir vorhin geschriben hab vnd verging den dinst auf dem Postamenth biß zu dem Captel vnder dem anfang (Gewölbeanfänger)" (12).

Der Inhalt dieser Weisung ist dargestellt in Abb. 27, deren eine Beischrift lautet:

„daß ist d(er) jung deinst mitt dem postament".

Der Mittelpunkt von Dienst und Sockel ist um eine der 21 Einheiten des Gesamtquerschnitts vor die Flucht gerückt. Die andere Beischrift:

„+ [248]) der aldt deinst mitt dem Kapdell vnnd possament".

---

244) Sie betragen 1,0%.

245) vgl. Anm. 243.

246) Die Abweichung beträgt 0,5%.

247) Von den in derselben Einheit ausgedrückten Abmessungen der beiden Bretter — 12 × 6 bzw. 10 × 5 — war bereits die Rede.

248) Im Abschnitt (67) bezeichnet Lacher ein solches Hinweiszeichen als Dadzeichen, d. i. Totzeichen, Kreuzchen.

Hier dürfte der Mittelpunkt um eine halbe Einheit nach außen gerückt sein. Auch die *Maßteilung der Kapitelle* geschieht nach Einheiten:

„Item hie wil ich dier anzeigen wie s du ein Jecklichs kaptell mach(en) solst, es sey klein oder groß, vnd so groß alß du das kaptell machen wilt also groß reiß ein firung, dieselbe fierung theill In funff teill vnd nimb ein teil zu dem obern gesimbß (Gesims, Deckplatte) vnd nimb zwey teill zu dem lab (Laub), die vbrige zwey teill, die nimb vnd(en) (unten) zum stingel, ist es den ein groß Captel, so gib Im an der dickhe etwas zue ..." (48). — „Item wiltu den ein Kaptell zu einem figallen machen, so reis auch ein firung, teill die firung wider In fünff teill vnd nimb ein teil zu dem gesimbß vnd daß ander theill zum Lab, so bleiben dir drey teill zun stingel ..." (49).

Aus der Mauerstärke des Chores geht schließlich die *Mauerstärke des Mittelschiffs* hervor:

„,... die vorige mauer dickhung ... so nimb die größ der gantzen fierung vber Orth, alß weit die ganze fierung ist vnd reiß mit einem Cirkhel einen blind(en) riß vmb die fierung, daß du (tue) zu beiden seiten, vnd reiß ein andere fierung dem blind(en) Cirkhelriß nach, so hastu die rechte mauer dickhung zu dem Lanckhwerkh" (10). — „Item wer ein hochwerckh die rechte mauer dickhe geben wil der neme des khors dickhung für sich vnd reiß ein fierung, darauß vnd mit(ten) in die fierung, da stell ein Circkhel mit einem Orth (Spitze) darein vnd thue den Circkhel auf, da die fierung zum aller lengsten ist vber zwerg, und reiß einen rund(en) riß herumb, vnd auß denselbigen Runden Circkhel. Riß, da reiß wid(er) ein sonderliche fierung, daß ist die rechte mauer dickhung zu dem hochwerckh ..." (50). — „,... alß dickh die mauer ist In dem hochwerckh, alß dickh sol die mauer sein in dem Khor ..." (79).

Damit verhalten sich die Mauerstärken von Chor und Hochschiff entweder wie $1 : \sqrt{2}$, was dem mehrfach angetroffenen Verhältnis $4{,}9497 : 7{,}0 \approx 5 : 7$ entspricht, oder wie 1 : 1[249]).

Nach alledem empfiehlt Lacher, die Abmessungen der Formglieder aus der Mauerstärke des Chores und damit letztenendes wie die großen Baumaße aus der zu 20′ oder 30′ festgestellten Weite des Chores abzuleiten. Die Abmessungen der großen Formglieder bestimmt er nach einfachten Zahlenverhältnissen als gemeine Brüche der Mauerstärke. Unterteilt er solche Abmessungen nochmals in der Absicht, mit etlichen dieser neu gewonnenen Teile die Länge und Breite der weiteren Formglieder festzulegen, wird der algebraische Zusammenhang solcher Maße mit der Mauerstärke zumeist unübersichtlich, obwohl Länge und Breite dieser Formglieder wie gewohnt den einfachsten Zahlenverhältnissen folgen. Daher hat Lacher solche Abmessungen nicht durch Rechenoperationen — Division der in Maßzahlen ausgedrückten Mauerstärke des Chors —, auch nicht durch Zirkelteilung dieser auf dem Reißboden als Strecke angetragenen Mauerstärke gewonnen, vielmehr empfahl er, sämtliche kleinen Maße in einer auf dem Reißboden über der Mauerstärke des Chores entwickelten Figur — einer Vierung über Ort oder zwei verschränkten Quadraten gleicher Größe — mit dem Zirkel abzugreifen. Die mathematischen Voraussetzungen dieses Vorgehens, die bereits ein reichliches Jahrhundert vor Lacher in Schmuttermayers Fialenbüchlein in grundsätzlich gleicher Art mitgeteilt waren, sind zwar irrig.

[249]) S 244; H 175: Die Mauerstärke des Hochschiffs sei $1^1/_3$ der Mauerstärke des Chores.

Die Auswirkung des Fehlers ist aber derart gering, daß sie, auf dem Reißboden kaum erkennbar, die handwerkliche Praxis nicht behindern konnte — im Gegenteil: Dieser Fehler ist geradezu eine Voraussetzung dieses Verfahrens, aus einer gegebenen Mauerstärke Baumaße abzuleiten, deren Längen sich paarweise nach einfachen Zahlen verhalten.

Die Meisterschaft in der „Kunst der Geometrie" hat manchem gotischen Architekten hohe Anerkennung eingetragen. In dem Wort „Geometrie", wie wir es heute verstehen, den sachlichen Inhalt dieser Meisterschaft zu erfassen, wurde mehrfach versucht. Das in Lachers Unterweisung beschriebene Verfahren der geometrischen Bemessung ist von allen Vorstellungen, die wir uns heute von „Geometrie" machen, weit entfernt und doch rechnet die Erfindung und glückliche Anwendung solcher geometrischer Verfahren gewiß zu der dem gotischen Architekten vertrauten „Kunst der Geometrie".

Lacher erläutert ausführlich, nach welchen Zahlenverhältnissen aus der Chorweite die Baumaße der Kirche und nach welchen geometrischen Figuren aus der Mauerstärke des Chores die Abmessungen der Formglieder zu gewinnen seien, aber mit keinem Wort deutet er an, im Grundriß und im Aufbau einer Kirche hätten die wesentlichsten Abmessungen ineins mit den Proportionen aus einer Proportionsfigur hervorzugehen. Die Behauptung, der gotische Architekt habe sich am Reißbrett wie auf der Baustelle von dieser oder jener Schlüsselfigur leiten lassen, findet demnach in Lachers Unterweisung keine Stütze.

Die Regeln der Maßermittlung, die Lacher 1516 seinem Sohne wies, führten in den städtischen Zünften ein schattenhaftes Dasein für weitere Jahrhunderte. In Frankfurt am Main hatte ein Maurer, der 1734 seinen Meisterbrief erwerben wollte, das Modell eines gotischen Kreuzgewölbes vorzulegen[250]). In Bamberg und in Nürnberg war der Entwurf eines gotischen Chores oder eines gotischen Rippengewölbes Gegenstand der Meisterprüfung bis ins beginnende 19. Jh.[251]). Nur wenige dieser Meisterzeichnungen sind bisher bekannt geworden.

Die älteste unter ihnen hat ein Steinmetz Hans 1690 vorgelegt[252]) (Abb. 32). Mit ihr stimmt die nicht vor der Mitte des 18. Jh. gefertigte Meisterzeichnung eines Unbekannten nahezu wörtlich überein[253]) (Abb. 33) und diese wiederum ist nach Hoffstadts Zeugnis „vollkommen einerlei mit der im Besitze des Herrn von Boisserée befindlichen jüngeren Meisterzeichnung"[254]), die der letzte Werkmeister der Stadt Nürnberg, Lorenz Kieskalt, anläßlich seiner Meisterprüfung vorgelegt hatte[255]). Diese nach derselben Schablone herge-

250) *Hoffstadt* 1840, S. 64.

251) Die Meisterzeichnung des Steinmetzen Hans wird im Germ. Nat. Museum zu Nürnberg (HB 17 779, Blatt 7) aufbewahrt. Die weiteren, von *Hoffstadt* beschriebenen und zum Teil auch abgebildeten Zeichnungen hat der Altertumsliebhaber von Reider, kgl. Lehrer an der technischen Zeichnungsschule in Bamberg, teils in Bamberg, teils in Nürnberg erworben (*Hoffstadt* 1840, S. 65 Anm.).

252) *Funk* 1955, S. 26ff und Abb. 7.

253) *Hoffstadt* 1840, S. 65f.

254) ebenda S. 145.

255) *Boisserée* 1823, S. 21.

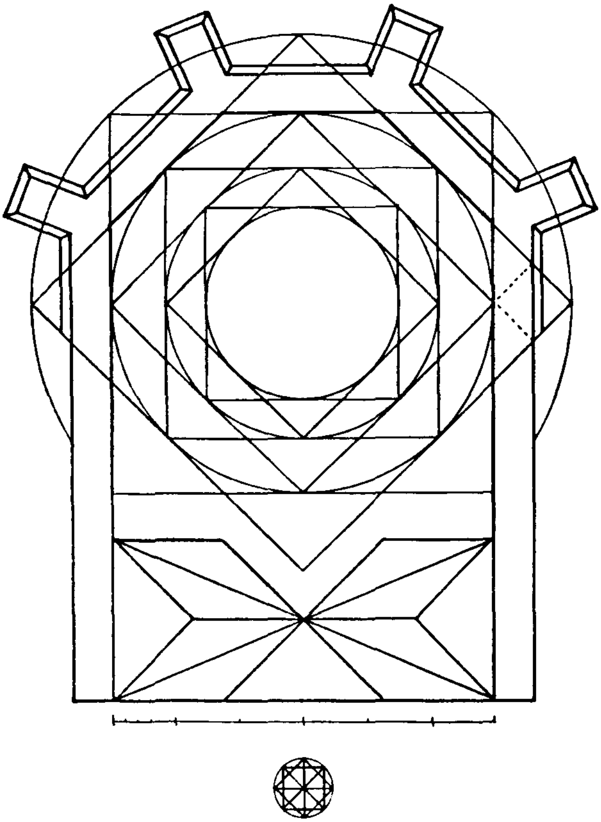


Abb. 32. Ein Chorgrundriß aus dem Meisterstück des Steinmetzen Hans (1690).

stellten Prüfungsarbeiten zeigen folgendes: Wie Lorenz Lacher und „des Chores Maß" vorgesehen hatten, mißt die Mauerstärke des Chores ein Zehntel der Lichtweite des Chores. (Auf der Meßlinie, die der Steinmetz Hans dem Chorgrundriß beigab, sind dies 3′ und 30′ entsprechend den in den Musterbüchern genannten Maßzahlen). Der achteckige Chorschluß ist aus 2 verschränkten Quadraten gleicher Größe gewonnen. In beide Quadrate sind Vierungen über Ort ohne erkennbaren Nutzen eingefügt. Auf das Chorhaupt folgt eine Querbahn in Breite der Mauerstärke des Chores, schließlich ein sternnetzgewölbtes Joch von der Tiefe einer Achteckseite des Chorschlusses. Eine kleine, über der Mauerstärke des Chores entwickelte Quadratfigur ist hinzugefügt. Sie mag der Reißbodenfigur Lachers entsprechen, aus der die Abmessungen der Formglieder hervorgehen. In der jüngeren Zeichnung bringt Hoffstadt die Ausladung des Sockels mit dem Überstand des verschränkten Quadrats dieser Figur in Verbindung. Dies mag auch für die ältere Zeichnung zutreffen. In ihren Hauptlinien folgen beide Zeichnungen — soweit sie nicht mit den großen, ineinandergeschachtelten Vierungen über Ort ins Leere treffen — den Grundsätzen der Musterbücher.

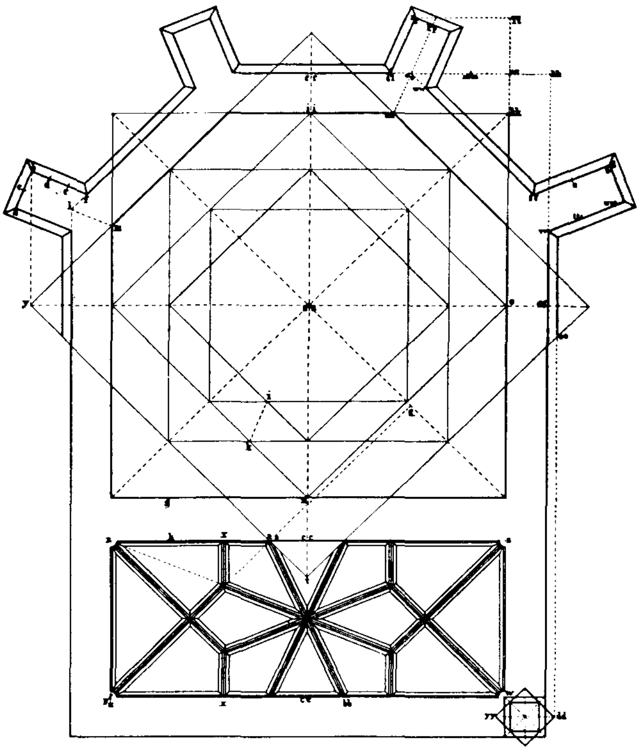


Abb. 33. Ein Chorgrundriß aus dem Meisterstück eines Unbekannten (nicht vor M. 18. Jh.).

Gleichwohl liegt in diesen Zeichnungen und in der Deutung, die sie durch Hoffstadt erfahren haben, der erste Anstoß für die Behauptung, der gotische Architekt habe aus einer Vierung über Ort oder aus verschränkten Quadraten gleicher Größe nicht lediglich die Abmessungen der Formglieder, sondern Abmessungen des Bauwerks abgeleitet:

Der Steinmetz Hans gibt in seiner Zeichnung an, der halbe Überstand der beiden großen, im Chor verschränkt liegenden Quadrate sei gleich der Mauerstärke des Chores. Dies trifft nur beiläufig zu, denn $\frac{30\sqrt{2}-30}{4} = 3{,}1066'$; auf der Meßlinie abgestochen dürfte die Mauerstärke allerdings mit den Angaben der Musterbücher übereinstimmend 3′ ausmachen.

Hoffstadt, von der grundlegenden Bedeutung der Quadratur völlig überzeugt[256]), hat die jüngere Zeichnung so gedeutet[257]):

256) 1840, S. 64: „Daß aber auch auf diese Art die alten Meister verfahren sind, und daß vorzugsweise die Quadratur (oder der Inbegriff der über Eck übereinander gestellten Quadrate) eine ihrer Hauptregeln war, ... läßt sich ... aus äußeren faktischen Belegen, unter welchen ich außer anderen echten Urkunden und Quellen vorzüglich die ... alten Steinmetz-Meisterstücke verstehe, förmlich beweisen.“

257) *Hoffstadt* hat der Zeichnung, wie er auf S. 156 mitteilt, die Buchstaben und, wie es scheint, auch einige nur seiner eigenen Erläuterung dienlichen Hilfslinien hinzugefügt.

1. „,... stellt sich das Verhältnis der Pfeilerstärke zur Pfeilerlänge wie 2 zu 3 heraus. Endlich ergibt sich ein diesem sehr nahe kommendes Verhältnis, wenn man (im unteren rechten Eck des Grundrisses) den Zirkel in das Eck yy der kleinen Quadratur einsetzt und ihn bis zum anderen Eck dd öffnet, indem diese Distanz oder die Diagonale yy — dd der Pfeilerlänge bf bis auf eine ganz kleine Distanz nahe kommt (nämlich nur etwas kürzer ist). Da aber hier Mauer- wie Pfeilerdicke einander ganz gleich sind, so kann man diese ... Art kürzer so definieren, daß die Pfeilerlänge aus der Diagonale eines aus der Pfeilerstärke gebildeten Quadrates besteht"[258]).

Dieses Verhältnis, das dem Verhältnis 2 : 3 bis auf eine ganz kleine Distanz nahekommen soll[259]), lautet $1 : \sqrt{2} = 2 : 2{,}8284$. Der zweite Wert ist um 5,7 % zu gering; gleichwohl sei das geometrische Verhältnis als eine vereinfachende Umschreibung des arithmetischen Verhältnisses 2 : 3 anzusehen[260]).

2. „Die Mauerstärke liegt ... bereits in den Konstruktionslinien der Quadratur, indem der Abstand der beiden innersten Quadrate voneinander mit dem Zirkel gemessen und sodann um das äußere Achtort als Mauerdicke herumgetragen wird. Hierbei ist zu bemerken, daß, wenn man die Mauerstärke zu zwei Schuhen annimmt, die lichte Chorweite etwas weniger als zwanzig Schuhe beträgt und daß wohl deshalb in dem alten Originalrisse die Mauerstärke (wenn dies nicht zufällig sein sollte) unmerklich schwächer als der Abstand der beiden innersten Quadrate voneinander ist, so daß dennoch das Verhältnis von 2 zu 20 herauskommt, während bei strikter Befolgung der aus der Quadratur folgenden Mauerdicke dieselbe ein klein wenig stärker ausfällt. Man kann aber annehmen, daß sich das Verhältnis von 2 zu 20 durch die Erfahrung hinlänglich erprobt hatte und daß sich deshalb das Manuskript kürzer mit Zahlen ausdrückte"[261]).

Hoffstadt ist nicht entgangen, daß die Distanz der beiden Quadrate — $\dfrac{\frac{20}{2}\sqrt{2} - \frac{20}{2}}{2} = 2{,}0710'$ — merklich größer sei als die in „des Chores Maß" — und in Lachers Unterweisung — als Korrelat der Chorweite 20′ angegebene Mauerstärke 2′. Aus dieser Unstimmigkeit zog er jedoch nicht die nächstliegende Folgerung. Von der Proportionierung gotischer Architektur a priori überzeugt, schloß er vielmehr, man müsse über der Chorweite eine Vierung über Ort errichten, um aus ihr eine Distanz abgreifen zu können, die, in der vorausgesetzten Maßeinheit ausgedrückt, einen irrationalen Wert ergibt und dieser Wert sei auf die nächstliegende ganze Zahl 2 abgerundet worden. Als ob es ohne die Hilfestellung der Quadratur nicht möglich sei, aus der Chorweite 20′ die Mauerstärke 2′ zu gewinnen! Seit Hoffstadt ist es mehr

258) ebenda S. 156.

259) Die Mauerstärke des Chores sei ein Zehntel der Chorweite, „wobei es auf ein paar Zolle Differenz wohl nicht ankommen kann".

260) Auf dem Reißbrett läßt sich ein derartiger Fehler in einer im Verhältnis zur Grundrißzeichnung kleinen Figur ebenso schwer erkennen wie in einer im Verhältnis zu den Abmessungen eines Bauwerks kleinen Reißbodenzeichnung, die sich nicht annähernd mit der Genauigkeit einer Reißbrettzeichnung herstellen läßt. Die Tatsache, daß *Hoffstadt* diese beiden Verhältnisse als praktisch identisch ansehen konnte, bestätigt nur, was zu den in Lachers Ermittlung der Kleinmaße enthaltenen, erheblich geringeren Ungenauigkeiten zu sagen war.

261) ebenda S. 155.

und mehr üblich geworden, die nicht nur „in des Chores Maß“ und in Lachers Unterweisungen genannten Maßzahlen als ein denaturiertes, für den „primitiven Handwerksverstand“ zurechtgemachtes Ergebnis geometrischer Proportionskünste auszugeben[262]).

Die These, der gotische Architekt habe Baumaße einer Quadratur entnommen, ist auch mit den während der Barockzeit vorgelegten Handwerkerzeichnungen nicht zu stützen.

3. Das Skizzenbuch des Villard de Honnecourt

Die Fialen- und Musterbücher berichten von der Baupraxis der zu Ende gehenden Gotik. Das Skizzenbuch des Villard de Honnecourt spiegelt dagegen die Kenntnisse und Interessen eines Architekten zu der Zeit, als die klassischen Kathedralen Frankreichs errichtet wurden.

Diesem Skizzenbuch hat der erste Nachfolger Villards etliche Ergänzungen beigesteuert[263]). Eine seiner Figuren (Abb. 34,2) trägt die Beischrift: „Auf diese Weise zerteilt man einen Stein so, daß beide Hälften quadratisch werden“[264]). Die Figur zeigt ein Quadrat, in ihm über Eck gestellt ein zweites

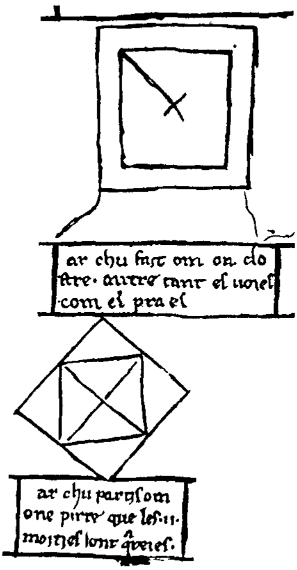


Abb. 34. Die Quadrathalbierung, dargestellt am Beispiel 1. eines Kreuzgangs, 2. eines Quaders, im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt.

262) Davon später in anderem Zusammenhang.

263) *Hahnloser* 1935 (S. 195, 197) nennt diese Ergänzungen „geistlos, mit allerhand Widersprüchen aus einem Traktat kopierte Konstruktionen“ und weist darauf hin, „daß viele dieser Beispiele sinnlos sind ... andere abstrakt theoretisch ... oder in der Praxis nie vorkommende Einkleidungen geometrischer Probleme in technische (Halbierung eines quadratischen Steins, Verdoppelung eines zylindrischen Gefäßes ...), der Rest endlich einfache Bauhüttenbehelfe ...“. — Im Folgenden die Figuren in Strichätzung nach *Lassus*, die Übersetzung der Beischriften nach *Hahnloser*.

264) *Hahnloser* 1935, Taf. 39o, S. 111.

Quadrat, das zweite durch Diagonalen unterteilt. Die Teildreiecke sind einander gleich. Die vier inneren machen das eine Quadrat aus, mit den vier äußeren zusammen erhält man das zweite Quadrat. Figur und Beischrift sind im Recht, was die in der theoretischen Geometrie begründete Voraussetzung der Aufgabe und ihrer Lösung angeht. Aber der Ratschlag, auf diese Weise einen (in der Sichtfläche) quadratischen Quader in zwei halb so große und ebenfalls quadratische Quader zu verwandeln, ist verwunderlich, denn dieser auf dieBaupraxis gemünzte Rat hat seinen Platz in der Baupraxis nicht. Welcher vernünftige Grund sollte einen Steinmetzen veranlassen, Können und Mühe aufzuwenden, um aus einem zugerichteten großen Quader einen kleinen Quader und vier unnütze Bruchstücke zu gewinnen?

Eine zweite Figur (Abb. 34,1) zeigt ebenfalls ein Quadrat, in ihm ein zweites, das dem ersten gleichgerichtet ist. Die Diagonale des zweiten Quadrats — darauf scheint die von der angekreuzten Mitte ausgehende Linie hinzuweisen — hat die Länge einer Seite des ersten Quadrats. Die Seitenlängen der beiden Quadrate verhalten sich demnach wie $1:\sqrt{2}$, die Flächen der beiden Quadrate wie $1:2$. Der pythagoreische Lehrsatz, der der ersten Figur zu Grunde lag, ist hier nochmals und wiederum zutreffend angezogen. Die Beischrift liefert eine andere Nutzanwendung für die Baupraxis: „Auf diese Weise legt man einen Kreuzgang an, sowohl hinsichtlich der Gänge, wie hinsichtlich des Gartens“[265]). Durch die offenbare Sinnlosigkeit der ersten Nutzanwendung gewarnt, wird man den Inhalt der zweiten Nutzanwendung nicht unbesehen als wohlverbürgte Überlieferung gotischer Hüttenpraxis hinnehmen, zumal einiges hinzukommt, was die Sache verwickelt.

Zum einen war der Lehrsatz des Pythagoras bereits in der Antike in eine praktische, aus der Arbeit der Feldmesser genommene Aufgabe eingekleidet. Über die „Verdoppelung des Feldes“ berichtet Vitruv ausführlich[266]). Eine

---

[265]) Auf der selben Seite des Skizzenbuches ist angegeben, wie für zwei zylindrische Gefäße gleicher Höhe, deren Inhalt sich wie $1:2$ verhalten soll, die Durchmesser im Verhältnis $1:\sqrt{2}$ zu bestimmen seien. „An dieser Anleitung haftet recht viel vom Stubengeruch eines mathematischen Rechenexempels. Es handelt sich um das Gegenstück zu dem Stein ... der in zwei gleich große Quadrate geschnitten werden soll, eine Zumutung, die nicht an manchen Steinmetzen herangetreten sein mag!“ (*Hahnloser* 1935, S. 112f).

[266]) In der Vorrede zum 9. Buch: „Und an erster Stelle will ich von den vielen sehr nützlichen Lehrsätzen Platons einen darlegen, wie er von ihm entwickelt worden ist. Wenn da ein quadratischer Platz oder Acker mit gleichen Seiten ist und man ihn verdoppeln muß, so wird (die Seitenlänge), weil man eine Art von Zahl dafür nötig hat, die sich durch Multiplikation (auf arithmetischem Wege) nicht finden läßt, deswegen durch eine fehlerfreie Verzeichnung von Linien (auf geometrischem Wege) ermittelt. Dies ist der Beweis dafür: Ein quadratischer Platz, der 10 Fuß lang und 10 Fuß breit ist, enthält 100 Quadratfuß Fläche. Wenn man ihn also verdoppeln muß, 200 Quadratfuß groß, ebenfalls mit gleichen Seiten, dann muß man suchen, wie groß die Quadratseite werden muß, so daß von ihr aus ein Flächeninhalt von 200 Quadratfuß der Verdoppelung der Grundfläche entspricht. Dies aber kann niemand auf arithmetischem Wege finden. Nimmt man nämlich 14, so ergeben sich durch Multiplikation 196 Quadratfuß, nimmt man 15, so ergeben sich 225 Quadratfuß. Da dies also nicht durch eine Zahl gelöst wird, ziehe man in dem Quadrat, das 10 Fuß lang und 10 Fuß breit ist, eine Diagonale von Ecke zu Ecke, so daß

geometrische Lösung derselben Aufgabe findet sich wieder in der Algebra eines arabischen Gelehrten des 9. Jh., ebenso in der Geometrie des Papstes Sylvester[267]). Im Zuge dieser Überlieferung ermittelte der Nachfolger Villards die beiden Quadrate des Kreuzgangs.

Zum anderen ist das im ersten Quadrat über Eck stehende zweite Quadrat (Abb. 34,2) und die Gleichrichtung des zweiten Quadrates (Abb. 34,1), was das geometrische Vorgehen angeht, identisch mit der von Roritzer (Abb. 24) und Schmuttermayer (Abb. 25) angewandten Vierung über Ort, die ihrerseits als Regulativ des neben der Triangulatur wichtigsten Proportionsverfahrens, der Quadratur gilt.

Aus dem einen und aus dem anderen hat man den Schluß gezogen, das Proportionsverfahren der Quadratur sei dem Nachfolger Villards, da er ja dieses Verfahren auf einen Kreuzgang anwandte, geläufig gewesen[268]). Der Schluß ist voreilig gezogen. Zwei Argumente sprechen gegen ihn:

1. In der „Verdoppelung des Feldes", der antiken Einkleidung des Lehrsatzes, geht es um die Verdoppelung einer quadratischen Fläche. Der Nachfolger Villards rät in seiner zweiten Aufgabe, eine gegebene quadratische Fläche in zwei Quadrate der halben Größe aufzuteilen, was auf die „Verdoppelung des Feldes" mit anderem Vorzeichen hinausläuft. Zur ersten Aufgabe gibt er keine geometrische Erklärung, was nur heißen kann, die erste Aufgabe sei genauso zu verstehen wie die zweite. Roritzer, Schmuttermayer und Lacher gewinnen aus der Vierung über Ort jedoch nicht Flächen, sondern Strecken, genauer gesagt Teilstrecken der Seitenlänge des Grundquadrats[269]). Damit zusammenhängend

---

Noch 266)
durch die Teilung zwei Dreiecke der gleichen Größe entstehen, jedes mit einer Fläche von 50 Quadratfuß, und über der Länge der Diagonale zeichnet man ein Quadrat mit gleichen Seiten. Von der gleichen Größe, mit der in dem kleineren Quadrat durch die Diagonale 2 Dreiecke mit je 50 Quadratfuß Fläche verzeichnet sind, von der gleichen Größe und mit demselben Flächeninhalt an Quadratfuß werden in dem größeren Quadrat 4 Dreiecke hergestellt sein. Auf diese Weise ist mit geometrischer Methode von Platon die Verdoppelung entwickelt, ...". (Übersetzung von *C. Fensterbusch*, Vitruv, Zehn Bücher über Architektur, Darmstadt 1964).

267) *Hahnloser* 1935, S. 111. — Noch *Rivius* bot 1548 (Bl. 12v) die „Verdoppelung des Feldes" mit dem Anfügen, die Aufgabe könne nur geometrisch gelöst werden; in seiner „Geometrischen Messung" 1558 rechnete er jedoch mit Quadratwurzeln. Wie Villards Nachfolger hat *Rivius* 1558 („Neue Perspectiva", Bl. 2v) überdies die Verdoppelung einer Kreisfläche samt der „Verdoppelung des Feldes" vorgeführt.

268) *Ueberwasser* 1925, S. 83. — *Hahnloser* 1935, S. 107f, 112. — *Ueberwasser* 1935, S. 260f. — *Schürenberg* 1937, S. 43. — *Velte* 1951, S. 15. — *Frankl* 1960, S. 54. — *Simson* 1968, S. 29.

269) *Roritzer* verbindet benannte Punkte durch „Linien", deren Länge der „Weite" nennt. Diese Strecken — nicht Flächen — sind ihm „die rechten Maße". *Schmuttermayer* bezeichnet nicht die Flächen, sondern die Seitenlängen der ersten 8 Quadrate der Vierung über Ort mit Buchstaben und gibt die Verhältnisse dieser Seitenlängen — nicht die Verhältnisse der Flächeninhalte — an. Lacher gewinnt aus der Vierung über Ort nicht die Querschnittsflächen, sondern die Längen und Breiten der Formglieder.

2. Proportionen lassen sich als Verhältnisse von Strecken angeben, nicht aber als Verhältnisse von Flächen[270]).

Die zur Flächenhalbierung oder -verdoppelung dienende Figur hat Hahnloser — außer in Roritzers Vierung über Ort — in drei Zeichnungen wiedergefunden, die Villard in sein Skizzenbuch eingetragen hat[271]). Die beiden raufenden Männer (Abb. 35,1) stehen von den Knien bis zu den Schultern in einem Quadrat, dem über Eck ein zweites Quadrat eingeschrieben ist. Was ist die Absicht dieser beiden Quadrate? Wollen sie mit mathematischer Gewißheit versichern, die von Brust und Bauch samt einem Stückchen Oberschenkel und dem Abstand der beiden Männer eingenommene Quadratfläche sei halb so groß wie die andere Quadratfläche, die den Rücken und die Oberschenkel der beiden Männer ebenfalls einschließt? Oder will sie mit derselben Gewißheit feststellen, die Entfernung vom Knie zum Rücken oder die Entfernung vom Rücken zum Ellenbogen verhalte sich zur Seite des großen Quadrats wie $1/2\sqrt{2} : 1$? Weder-noch. Die Männer sind in ein Quadrat gestellt, dessen Eckpunkte die Knie der zurückgesetzten Beine und die Schultern bezeichnen, dessen Seitenmitten überdies die Knie der beiden anderen Beine, die Gürtelhöhe und die Lage der Ellenbogen angeben. Die beiden Quadrate — das kleinere ist übrigens kein notwendiger Bestandteil der Figur, denn die Seitenmitten des großen Quadrats ließen sich mit einem Achsenkreuz ebenso leicht angeben — wollen weder Flächen noch Strecken in Proportion setzen. Sie liefern vielmehr Anhaltspunkte, nach denen der Zeichner die Länge und die Richtung einiger Gliedmaßen und zugleich den Abstand der beiden Körper einrichten konnte.

Auch dem Kopf (Abb. 35,2) ist eine Hilfsfigur unterlegt[272]). An ihr kann man vier Quadrate der Vierung über Ort erkennen. Wäre die Figur als Vierung

---

[270]) Dafür ein Beispiel: Die Feststellung, eine 20 qm große Wandfläche stehe zu einer 2 qm großen Fensteröffnung in guter Proportion, ist ohne faßbaren Inhalt, solange nicht über Breite und Höhe der Wand und des Fensters und über die Lage des Fensters in der Wandfläche ausgesagt wird. — Die Frage, was Proportion sei und wie sich Proportion begründe, hat die unterschiedlichsten Anworten gefunden. Auf den Gedanken, Flächen zueinander ins Verhältnis zu setzen, ist — soweit ich sehe — noch niemand verfallen.

[271]) *Hahnloser* 1935, S. 96, dazu Taf. 37h (hier Abb. 35, 1): „Diese Konstruktion entstammt einer der wichtigsten Aufgaben mittelalterlicher Geometrie, dem Beweis für die Flächenhalbierung des Quadrates, ... *W. Ueberwasser*, dem die Anwendung hier entging, konnte sie bei der Konstruktion des Klosterhofes, Taf. 39k (hier Abb. 34, 2), sowie als Grundprinzip der „Fialen Gerechtigkeit" *M. Roriczers* nachweisen. So finden wir auf 2 Wegen den Zugang von abstrakter Geometrie zum schöpferischen Entwurf in gotischer Figurengestaltung und Architektur". — Ebenda S. 102 zu Taf. 38e (hier Abb. 35, 2) „*Ueberwasser* wies nach, daß die Halbierung des Quadrates ... das wichtigste Konstruktionsschema der Gotik ist, womit M(agiste)r 2 seinen Klosterhof konstruiert und noch *M. Rorizcer* seine maßgerechten Fialen ... das innere Quadrat „über Ort", das stilistisch wenig Sinn hat, erklärt sich als Halbierung des äußeren Quadrates!" — Ebenda S. 101 zu Taf. 38d (hier Abb. 35, 3): „Auch diese Figur läßt sich durch das wichtigste Konstruktionsschema des Mittelalters erklären, die Verdoppelung des Quadrates ... das System, das Mr. 2 zweimal, *Roriczer* dreimal wiederholt, kehrt hier viermal wieder."

[272]) Villard hat die mit dem Zirkel vorgestochene Figur erst ausgezogen, als der Kopf bereits durchgezeichnet war (*Hahnloser* 1935, S. 101f).

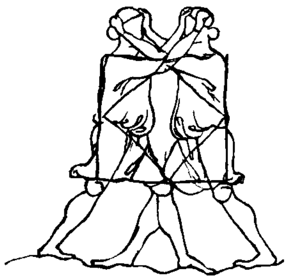


Abb. 35,1

Abb. 35. Quadrate und Gitter als Unterlagen figürlicher Darstellungen im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt.

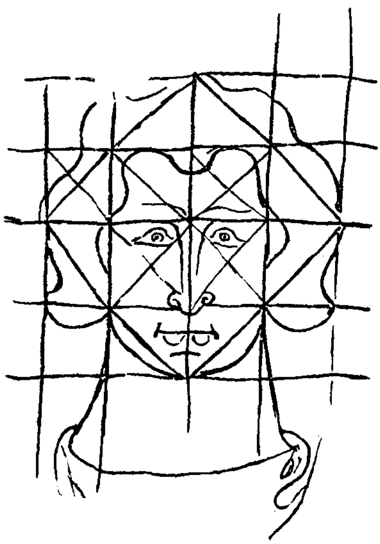


Abb. 35,2

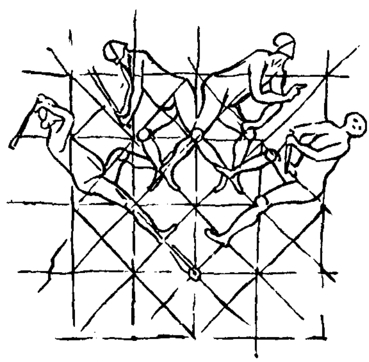
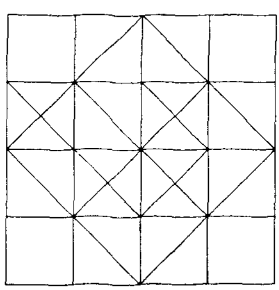
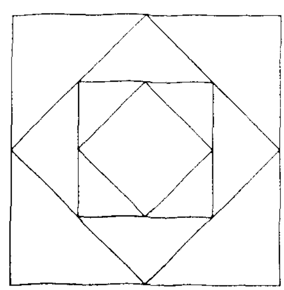


Abb. 35,3





über Ort zu verstehen, wäre allerdings fast die Hälfte ihrer Linien unnütz. Sie ist anders zu verstehen, denn der Duktus der Linien zeigt deutlich, daß ein quadratisches Raster gezeichnet wurde, dem Diagonalen hinzugefügt sind. Auch diese Figur regelt nicht das Verhältnis von Flächen (1 : 1/2 : 1/4 : 1/8) oder Strecken ($1 : 1/2\sqrt{2} : 1/2 : 1/4\sqrt{2}$), sie bot dem Zeichnet vielmehr Anhaltspunkte für die Höhe der Stirn, die Länge der Nase, die Höhe des Kinns, die Breite der Wangen, den Umriß der Frisur.

Dieselbe, nun annähernd vollständig gezeichnete Hilfsfigur ist der Figurenkombination hinterlegt (Abb. 35,3)[273]. Auch dieses Mal ist es nicht die Absicht der Figur, Flächen oder Strecken in Proportion zu setzen, vielmehr will sie dem Zeichner diesen und jenen Anhaltspunkt für die Entwicklung der figürlichen Komposition anbieten.

Den Zweck solcher Figuren hat Villard selbst genannt: ,,Hier beginnt die Kunst der (Grund)züge des Zeichnens, so wie die Disziplin der Geometrie sie lehrt, um leicht zu arbeiten.“ Als Arbeitshilfen, als auch sonstwo bekannte Werkstattbehelfe, sind diese Figuren stets angesprochen worden[274].

In diesen Werkstattbehelfen sind die beiden Quadrate der ,,Verdoppelung des Feldes“ und die ersten Quadrate der Vierung über Ort enthalten. Dennoch sind diese 3 Figuren — Werkstattbehelf, ,,Verdoppelung des Feldes“ und Vierung über Ort — miteinander nicht identisch. Auch die Zwecke, denen diese Figuren als Mittel dienen, sind nicht identisch, denn einer figürlichen Zeichnung Anhaltspunkte zu liefern ist, wie gesagt, nicht dasselbe, wie den Inhalt einer quadratischen Fläche zu verdoppeln und eine Strecke in einem vorgegebenen Verhältnis zu unterteilen, ist wieder etwas anderes. So sollte man nicht aus der ,,Identität“ der drei Figuren auf die Identität der Absicht und des Ergebnisses der drei Verfahren schließen und aus diesem Schluß den weiteren Schluß ableiten, der Nachfolger Villards habe eine Figur, die Roritzer, Schmuttermayer und Lacher ausschließlich auf Formglieder anwandten, auf einen Kreuzgang angewendet, womit die Quadratur als Proportionsverfahren der gotischen Baukunst historisch erwiesen sei. Es war demnach auch kein glücklicher Gedanke, die Bezeichnung ,,Quadrathalbierung“ oder ,,Verdoppelung des Quadrats“ auf das Verfahren der Quadratur zu übertragen[275].

Aber nehmen wir einmal an, die erst in den spätgotischen Quellen genannte Vierung über Ort sei bereits Villard und seinem Nachfolger bekannt gewesen. Nehmen wir weiter an, die Vierung über Ort, die im 15. und 16. Jh. die Länge und Breite der Formglieder angab, sei im 13. Jh. benutzt worden, einen Kreuzgang, d. h. ein Bauwerk, zu proportionieren. Wie ließen sich solche Annahmen als zutreffend erweisen?

---

273) Nur in den Eckfeldern ist jeweils eine Diagonale ausgelassen.

274) *Meder* 1919, S. 254. — *Panofsky* 1921, S. 205f. — *Giesen* 1930, S. 14ff. — *Hahnloser* 1935, S. 91, 275ff. — Nur *Mössel* (1926, S. 111 und Abb. 62) sah in diesen Hilfsfiguren, die ,,bisher nicht gedeutet werden konnten“, die Proportionierung gotischer Architektur belegt.

275) *Hahnloser* 1935, S. 96, 102, 275. — *Schürenberg* 1937, S. 43. — *Simson* 1968, S. 29.

Für die oberen Geschosse eines Westturms der Kathedrale zu Laon hat Villard einen Horizontalschnitt gezeichnet[276]). In diese Zeichnung hat W. Ueberwasser eine der Vierung über Ort nahestehende Proportionsfigur eingetragen (Abb. 36):

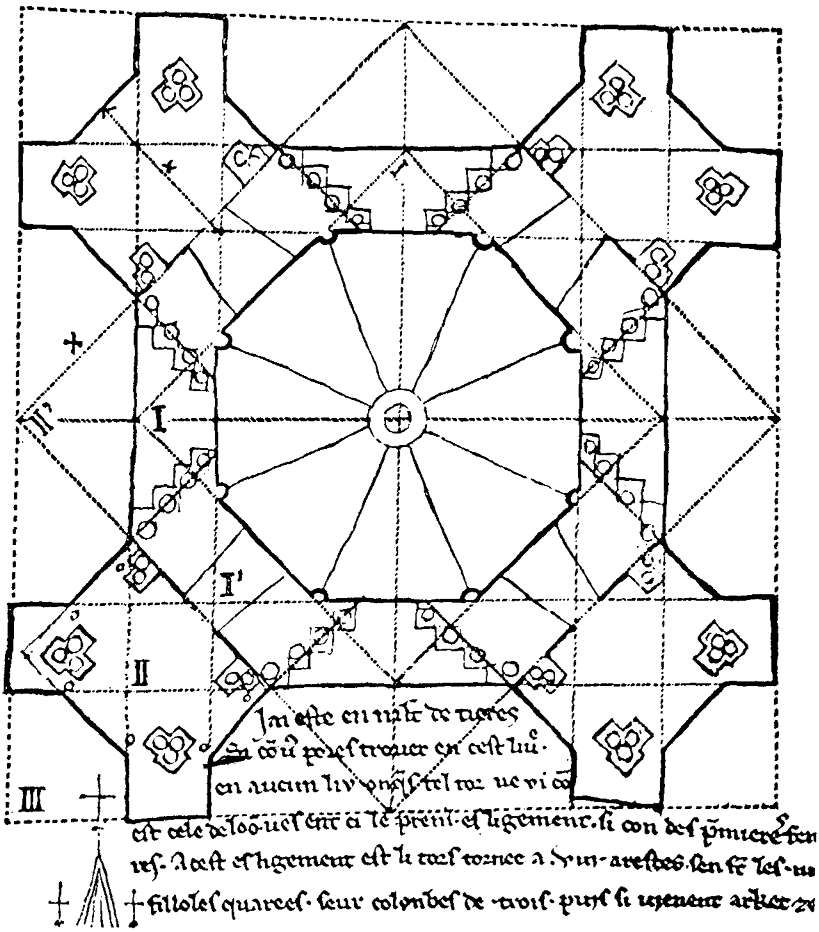


Abb. 36. Laon Kathedrale, Grundriß eines der Westtürme im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt (mit Quadratur nach Ueberwasser 1935).

In dem mit den Stirnseiten der Strebepfeiler fluchtenden Quadrat III steht das Quadrat II' über Eck. Dieses Quadrat ist zu II aufgerichtet. Schließlich ist das Quadrat I über Eck eingesetzt und zu I' aufgerichtet. Villards Zeichnung und diese Proportionsfigur stimmen dem Augenschein nach überein, womit die hypothetische Annahme, von der wir ausgegangen waren, als zu-

---

276) *Hahnloser* 1935, Taf. 18. — Mit dem Grundriß des Turmschaftes ist der Grundriß der viereckigen — links unten zudem der Grundriß eines der achteckigen — Geschosse der Nebentürmchen verbunden.

treffend ausgewiesen wäre. So kommt Ueberwasser zum Schluß: „Im Grundriß des Turmes von Laon ... kontrolliert man, daß er [Villard] auch schon bestehende Bauwerke nach derselben Methode erkennt und disponiert. Er kann gar nicht anders zeichnen.“[277])

M. Velte war nicht dieser Meinung: „Es ist schade, daß W. Ueberwasser von einem falschen Ansatzpunkt ausging, so daß uns die eingezeichnete Quadratur nicht die Umrißlinie der Außenmauer, die das Grundquadrat bildet, angibt.“ Richtig sei vielmehr, die Proportionsfigur am Schlußstein anzusetzen (Abb. 37), denn bei diesem Vorgehen liege eines der folgenden Quadrate dort, wo die Gewölberippen aus dem Mauerwerk treten, die Strebepfeilerabsätze stießen

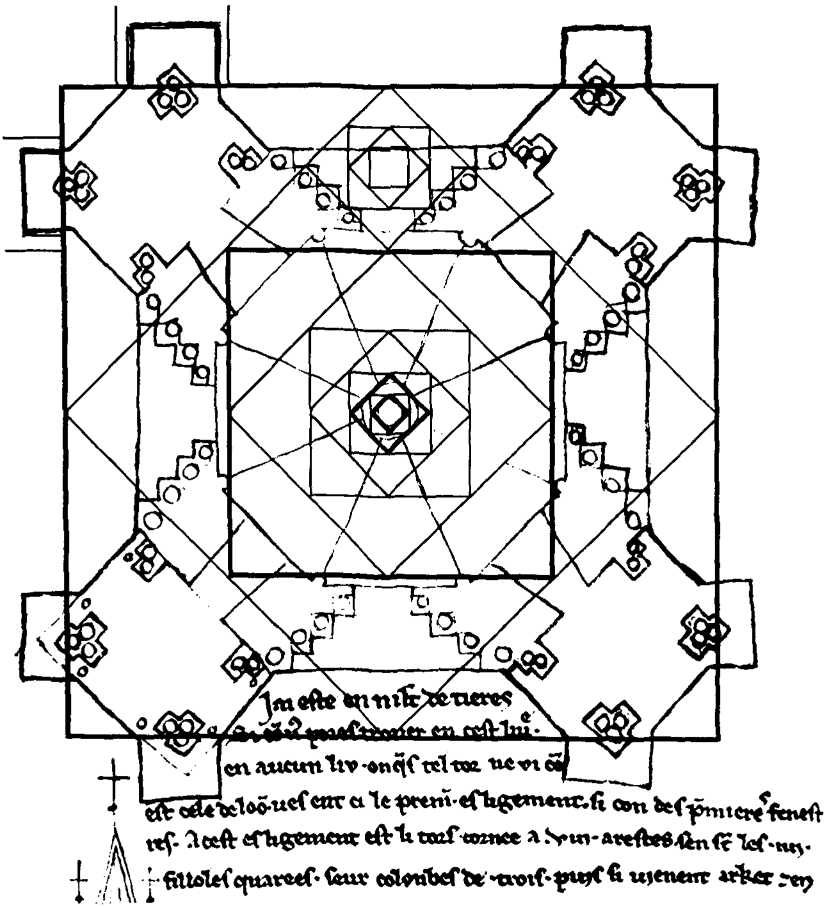


Abb. 37. Laon Kathedrale, Grundriß eines der Westtürme im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt (mit Quadratur nach Velte 1951).

277) *Ueberwasser* 1935, S. 261. Aber weshalb erkennt und disponiert *Villard* von der gebauten Wirklichkeit erheblich abweichend? Bereits *Lassus* (Pl. LXV) hat der Zeichnung Villards eine Bauaufnahme des Turmgrundrisses gegenübergestellt.

auf das Grundquadrat, die Breite der Strebpfeiler im letzten Absatz entspreche den Maßen des dritten — von der Mauerstärke abgeleiteten — Quadrats, die Breite der Strebepfeiler selbst sei mit dem nächstgrößeren Quadrat gegeben und die Fenstergewände des Oktogons seien mit Hilfe des kleinen Quadratsystems gestaltet[278]. — Sind die hier angesprochenen Baufluchten im ursprünglichen Wortsinn maßgeblich, ist auch dieser zu Gunsten der hypothetischen Annahme geführte Nachweis augenscheinlich zutreffend.

Beide Nachweise stützen sich auf denselben Riß, beide benutzen dieselbe Proportionsfigur, beide kommen zu einem offenbar zutreffenden Ergebnis. Beide Autoren sind ihrer Sache gewiß, aber der geneigte Leser, der die beiden Ergebnisse Punkt für Punkt einander widersprechen sieht, steht vor der Frage, aus welchen Gründen er sich nun für oder gegen den einen oder den anderen Nachweis entscheiden soll. Suchen wir also nach Gründen.

In einer fotomechanischen Wiedergabe des Risses[279] ergänzen wir die Stirnseiten der Strebepfeiler zu einem Quadrat. Die Seitenlängen dieses Quadrats messen 113,5 — 115,2 — 113,5 — 120,5 mm. Von der größten Seitenlänge aus gesehen sind die weiteren Seiten um 5,8 — 4,4 — 5,8 % zu kurz. Villard hatte vermutlich die Absicht, seinen Riß in einer quadratischen Hüllfigur einzurichten. Diese Figur ist aber derart verzogen, daß man sie nicht mehr als Quadrat bezeichnen kann. Mit ihr sind zwangsläufig die in der Vierung über Ort nachfolgenden Figuren verzogen. Der auf dem Reißbrett geführte Beweis kann sich nur auf die Übereinstimmung von Riß und Proportionsfigur stützen. Ist aber die Proportionsfigur in allen ihren Teilen dem Riß zuliebe deformiert, ist die Beweiskraft jeder Übereinstimmung ernstlich in Frage gestellt[280]. Überdies ist hier an Haases Proportionierung des Kölner Domgrundrisses zu erinnern: Sie bietet dem Augenschein die vollkommene Übereinstimmung zwischen einem Riß, der um etliche Grade genauer gezeichnet ist als der Riß Villards, und einer Proportionsfigur, die nicht einem deformierten Riß angepaßt, sondern mit möglichster Genauigkeit gezeichnet ist. Dennoch stellten sich Differenzen heraus, die ein zeichnerisches Vorgehen selbst unter solchen optimalen Bedingungen als beweisuntauglich erscheinen ließen. Und da soll die einem deformierten Riß angepaßte Proportionsfigur beweisfähig sein? Was die Abb. 36 und 37 liefern, ist die augenscheinliche Übereinstimmung von deformiertem Riß und entsprechend deformierter Proportionsfigur, mehr nicht.

Lediglich in der Absicht klarzumachen, auf welch schwankendem Boden die eine wie die andere Proportionierung des von Villard gezeichneten Risses steht, sei eine weitere Überlegung angeschlossen: Wenn als gewiß vorausgesetzt wurde, es sei möglich, einen verformten Riß mit einer entsprechend

---

[278] *Velte* 1951, S. 16, 53 und Taf. VIII. Die dieser Tafel rot aufgedruckte Proportionsfigur wurde mit denselben Strichstärken in die Druckvorlage der Abb. 37 übertragen.

[279] *Hahnloser* 1935, Taf. 18.

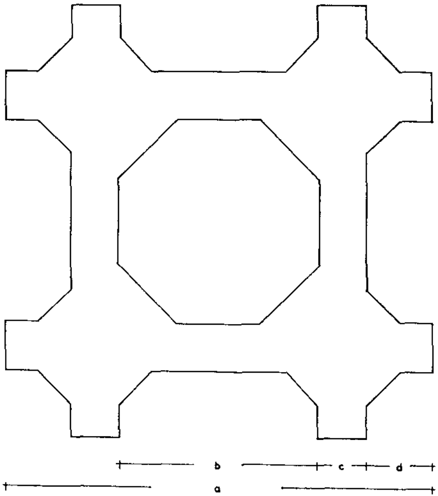
[280] ebenda S. 258f: „*W. Ueberwasser* hat ... die Konstruktionsmethoden von Mr. 2 ... und *Roriczer* auf die Risse ihrer Zeit eindeutig angewendet ... er glaubt, sie auch in Villards Grundrisse vom Turm zu Laon und dem Reimser Pfeiler nachprüfen zu können, was allerdings starke Ungenauigkeit voraussetzt."

verformten Proportionsfigur zu entschlüsseln, darf mit einem höheren Grad von Wahrscheinlichkeit angenommen werden, die Ungenauigkeiten des Risses seien — verglichen mit dem, was der Zeichner wollte — teils als ein Zuviel, teils als ein Zuwenig anzusehen. Unter dieser Annahme würde das algebraische Mittel der analogen Abmessungen des Risses dem jeweils beabsichtigten Wert nahe kommen[281]). Diese Mittelwerte lauten:

a = 115,7 mm
b = 54,0
c = 12,9
d = 17,8 [282])

Villard hat nicht in diesem Riß, aber in anderen Grundrissen, Maßstriche eingetragen. Setzen wir versuchsweise b = 12 Einheiten und bestimmen wir die Größe der Einheit näherhin mit Benutzung aller Maße, so erhalten wir

a = 26 Einheiten
b = 12
c = 3
d = 4



[281]) Die auf dem Pergamentblatt des Skizzenbuches waagrecht liegenden Grundrißmaße sind um durchschnittlich 2,3% kürzer als die analogen, senkrecht liegenden Grundrißmaße. Diese Differenz geht nur etwa zur Hälfte zu Lasten der Zeichengenauigkeit Villards, etwa zur anderen Hälfte ist sie im achsenungleichen Schwinden des Pergaments begründet. Der mit dem Zirkel vorgerissene Umriß des Labyrinths ist nämlich ebenfalls verformt; hier ist der waagrechte Durchmesser um 1,5% kleiner als der senkrechte. (Die ebenfalls mit dem Zirkel vorgerissenen Rosen vor Chartres und Lausanne lassen sich nicht prüfen, da sie im Bereich des Falzes nicht planimetrisch wiedergegeben sind.) (*Hahnloser* 1935, Taf. 14, 30, 31; vgl. *Lassus* 1858, Pl. XIII, XXIX, XXX)

[282]) a ist ermittelt aus 8 Messungen, b aus 14, c aus 28, d ist aus den genannten Werten errechnet.

Dabei ist die Differenz zwischen dem algebraischen Mittel der gemessenen Werte und dem genannten Vielfachen der Einheit in allen Fällen nicht größer als 0,6 mm.

Zum Vergleich: Nach Abb. 36 mißt die ausgemittelte Seitenlänge des Quadrats III = a = 115,7 mm. Daraus die Seitenlänge des Quadrats II = I $\times$ $1/2\sqrt{2}$ = 81,8 mm; b + 2 c = 79,8 mm; Diff.: 81,8 — 79,8 = 2,0 mm. — Die Seitenlänge des Quadrats I = II $\times$ $1/2\sqrt{2}$ = 57,8 mm; b = 54,0 mm; Diff.: 57,8 — 54,0 = 3,8 mm.

Fassen wir das Ergebnis dieser Gegenüberstellung zusammen: Aus der Hypothese, der Turmgrundriß sei nach der Vierung über Ort ausgetragen, erhält man Strecken, die mit den ausgemittelten Strecken des Risses um 2,0 bzw. 3,8 mm differieren. Geht man von der Hypothese aus, der Turmgrundriß sei nicht geometrisch nach einer Proportionsfigur, sondern arithmetisch nach Längeneinheiten entwickelt, erhält man gegen die ausgemittelten Streckenwerte des Risses Differenzen, die nicht größer sind als 0,6 mm. Anders gesagt: Es ist möglich, diesen Turmgrundriß, sobald man die Proportionsfigur — und alle mit ihrer Anwendung sich einstellenden historischen und praktischen Probleme — einmal beiseite läßt, mit geringeren Differenzen nach Längeneinheiten zu erklären[283]). Mit der Begründung, diese oder jene Quadratur sei in ihm unterzubringen, sollte der Turmgrundriß Villards daher nicht länger als ein Beleg gelten, der die Anwendung der Quadratur für das 13. Jahrhundert zur historischen Gewißheit erhebt[284]).

Die in Villards Skizzenbuch geschöpfte Überzeugung glaubte man in Rissen und Bauten bestätigt zu sehen.

W. Ueberwasser hat — wenn auch mit einigem Zögern — die von Villards Nachfolger auf einen Kreuzgang angewandte Halbierung der Quadratfläche in einem der Kreuzgänge des St. Galler Klosterplans wiedererkannt[285]). An einen der beiden kleinen Kreuzgänge des Planes ist dabei nicht zu denken[286]). Den großen Kreuzgang hat der Kopist schiefwinklig zu Pergament

---

283) Stehen zwei Hypothesen in Konkurrenz, wird der Vorzug jener Hypothese gehören, deren Ergebnis dem zu erklärenden Sachverhalt näher kommt. Hier ist zu bedenken, daß jedes Beweisverfahren von der Zeichenungenauigkeit dieses Turmgrundrisses bereits im Ansatz tangiert wird.

284) *Ueberwasser* 1935, S. 261 und 1949, S. 201. — *Velte* 1951, S. 54. — *Funk* 1955, S. 23. — *Mojon* 1967, S. 44. — *Wedepohl* 1967, S. 294. — *Simson* 1968, S. 29f.

285) 1925, S. 83 zum Kreuzgang des Skizzenbuches: „Das kleinere Quadrat war ein „eingeschriebenes Quadrat", noch deutet die halbe Diagonale es an. Um 45° gedreht, ergibt sich eine sofort ins Auge fallende bestimmte Verjüngung von einem Quadrat zum nächsten. Diese Verjüngung braucht der Gotiker überall in festem Stein, bei Pfeilern, Fialen. Wichtig ist der von Villard notierte Fall, weil er die gleiche Anwendung im Raum für einen Kreuzgang darlegt. Damit ist gesagt, daß diese Konstruktionen und Proportionen nicht lediglich für einzelne, massive Bauteile gelten, sondern (wahrscheinlich) auch die Gestaltung des Raumes angehen können. Einer der Kreuzgänge des berühmten St. Galler Klosterplanes scheint in derselben Proportion aufgenommen zu sein."

286) Das algebraische Mittel der im Faksimile des Klosterplanes gemessenen Seitenlängen der Quadrate beträgt 60,2 bzw. 96,0 mm. Die Kontrolle: $60{,}2 \cdot \sqrt{2}$ = 85,2 mm, Diff. 96,0 — 85,2 = + 10,8 mm; + 12,7%.

gebracht. Ob der Umriß des Gartens und der Umriß der Flure als Quadrate anzusprechen seien, ist mit dem Augenschein allein nicht zu entscheiden. Da der auch als Kapitelsaal benutzte nördliche Flur des Kreuzgangs deutlich breiter ist als die drei anderen Flure, können nicht beide Umrisse zugleich quadratisch sein. Dies wäre aber nach der „Verdoppelung des Feldes" wie nach der Vierung über Ort vorauszusetzen[287]).

M. Velte ist überzeugt, in der Anwendung von Proportionsfiguren handle es sich (S. 15)

„bei Villard de Honnecourt ... um Figurenkompositionen und um die Anlage eines Kreuzganges, also eines größeren Bauteils. Diese Tatsache, und die allgemein gehaltenen Angaben der Mailänder Dombauakten — daß nach geometrischen Gesetzen der Quadratur und Triangulatur gebaut worden ist — erlauben die Folgerung, daß auch größere Bauteile nach diesem Prinzip entworfen wurden."

So lag nahe, beispielsweise in Turmgrundrisse Quadraturen einzutragen (S. 9, 31):

„Die originalen gotischen Turmgrundrisse, die hier als erstes bearbeitet werden sollen, sind durchschnittlich ein bis zwei Meter breit und zwei bis drei Meter lang[288]) ... bei so großen Plänen sind Verzeichnungen bis zu 8 mm oft zu finden ... wir müssen darum nicht gleich verzagen, wenn die lebenden Striche des Grundrisses manchmal um Weniges von den schematischen Linien der Quadratur abweichen".

Ausgewählt wurden Türme, deren Oberbau wie gewohnt, ins Achteck übergeführt ist. In den originalen Turmgrundrissen sind, wie ebenfalls gewohnt, zahlreiche Horizontalschnitte zu einer einzigen Zeichnung vereinigt. Solche Risse haben mit den inneren und mit den äußeren Fluchten aller Mauern in sämtlichen Horizontalschnitten, mit den Profillinien aller Fenstergewände, mit allen Linien, die sich zwischen sonstwie gleichartigen Punkten vorfinden oder hinzudenken lassen, dieselben Richtungen wie die Linienzüge einer Quadratur. Wenn nun dem Zeichner der Quadratur freisteht, jeden Punkt und jede Kontur des Risses nach Belieben als maßgeblich oder unmaßgeblich anzusehen, wird sicherlich gelingen, irgendwelche Punkte und Konturen des Risses mit einigen Linien der Quadratur in Übereinstimmung zu bringen, zumal jede Nichtübereinstimmung — soweit sie 8 mm (nach links und nach rechts) nicht überschreitet — als Irrtum des gotischen Architekten zu gelten hat und eben deswegen aus der Beweisführung ohne Kommentar ausscheidet. Wer dieser Spielregel folgt, braucht nicht zu verzagen, denn jede Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß sich der Erfolg so oder anders einstellen wird.

---

[287]) Der Kopist hat sein Pergament während der Arbeit mehrfach verschwenkt. Jede Richtungsänderung einer Kontur hatte eine Maßänderung des betroffenen Hausgrundrisses zur Folge. Zudem hat der Kopist seine Feder in der freien Hand geführt. Die auf beide Ursachen zurückgehenden Zeichenungenauigkeiten des Planes lassen sich eliminieren (*Hecht*, Der St. Galler Klosterplan — Schma oder Bauplan ?, in: Abhandl. d. Braunschweigischen Wiss. Gesellschaft XVII 1965). Danach lauten die dem großen Kreuzgang zugedachten Maße: der Garten 75′ × 75′, der nördliche Flur 15′, die übrigen Flure $12^1/_2$′, der äußere Umriß des Kreuzganges 100′ × $102^1/_2$. Zur Kontrolle: $75\sqrt{2} = 106{,}0660'$.

[288]) Der in Nürnberg aufbewahrte Freiburger Riß (*Velte*, Taf. VII und VII A) bietet außer dem Grundriß auch den Aufriß des Turmes. Von diesem Riß abgesehen ist keiner der hier bearbeiteten originalen gotischen Turmgrundrisse länger oder breiter als 83,5 cm.

Betrachten wir zum Schluß das Skizzenbuch noch einmal. Da hat der Nachfolger Villards dem Grundriß eines Umgangschores die Beischrift gegeben: „Diesen Chor haben Villard von Honnecourt und Peter von Corbie in gemeinsamer Besprechung miteinander erfunden"[289]. Gemeinsam — Besprechung — erfunden —, das klingt nicht nach Anwendung einer Proportionsfigur.

Auf der selben Seite des Skizzenbuches steht der Chorgrundriß der Kathedrale zu Meaux (Abb. 38). Im Mauerwerk der beiden östlichen Joche des Langchores sind Teilstriche angegeben. Sie bezeichnen die Viertelspunkte der Breite bzw. Tiefe der Joche[290]. Diese Joche seien demnach quadratisch, ihre Seitenlänge betrage 4 Einheiten. Im Grundriß entsprechen 10 dieser Einheiten der Breite des Binnenchores[291].

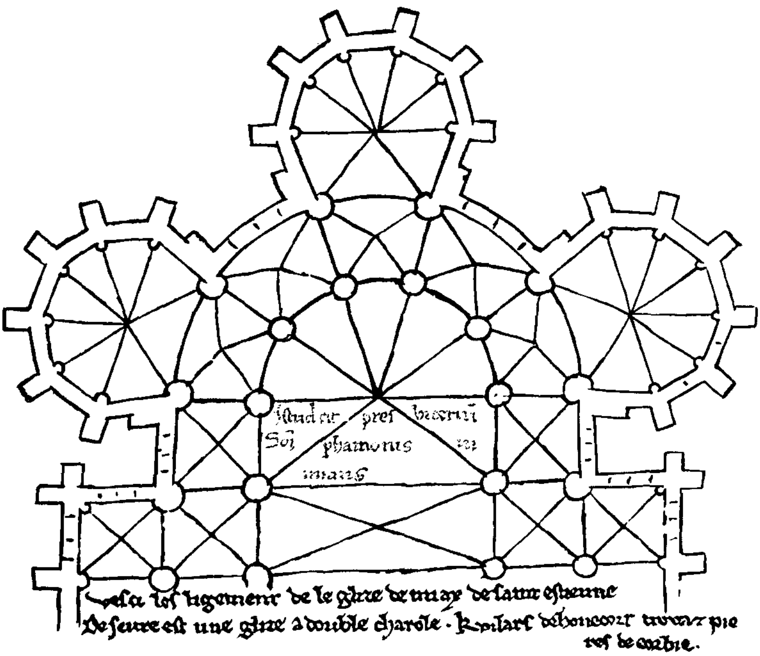


Abb. 38. Meaux Kathedrale, Grundriß des Chores im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt.

289) *Hahnloser* 1935, Taf. 29a, S. 69.

290) Diese gleichartigen Querstrichlein — auch die größeren durchqueren die Mauerstärke nicht vollständig — deutete *Hahnloser* (S. 73) als Gewände bzw. als Pfosten zweiteiliger Maßwerkfenster und fügte hinzu, Villard habe die Fenster, die er sonst weglasse, hier zufällig eingezeichnet.

291) Die Breite aller 5 Schiffe mißt am Bau etwa 34 m (*R. de Lasteyrie*, L'architecture réligieuse en France à l'époque gothique, Paris 1926, I, fig. 213). Unterstellt man — was nur näherungsweise zutrifft —, der Grundriß Villards gebe die Proportionen des Bauwerks richtig wieder, erhält man: Breite aller 5 Schiffe = 26 Einheiten ≈ 34 m, also eine Einheit ≈ 1,31 m. Die Größe dieser Einheit entspricht (zufällig ?) recht genau 4 französischen Fuß (4 × 0,3248 = 1,29 m). — In der Mauer des Chorumgangs bezeichnen Teilstriche die Viertel der Sektoren, in der Mauer der südlichen Radialkapelle die Mitte der Polygonseiten.

Der Querschnitt eines Vierungspfeiler der Kathedrale zu Reims trägt ebenfalls Teilstriche (Abb. 39)[292]. Sie teilen den Pfeilerkern nach beiden Hauptachsen in jeweils 12 Einheiten. Diesen Einheiten scheinen die Rücksprünge des Pfeilers zu entsprechen.

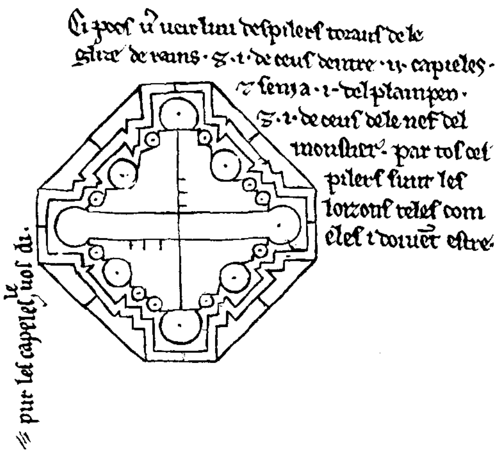


Abb. 39. Reims Kathedrale, Querschnitt eines Vierungspfeilers im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt.

Auch der erste Nachfolger Villards hat solche Teilstriche mehrfach angegeben: Ist ein Turmhelm im Quaderwerk zu errichten, hat der Steinmetz für die Quader einer jeden Schicht die Neigung der Stirnseite festzulegen. Die Skizze (Abb. 40) trägt die Beischrift: „Auf diese Weise baut man den Helm eines

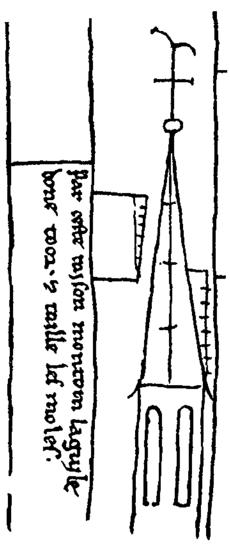


Abb .40. Ermittlung der Schablone für einen massiven Turmhelm im Skizzenbuch de Villard de Honnecourt.

292) Auf diese Teilstriche hat schon *Booz* 1956, Anm. 310, hingewiesen.

Turmes auf und schneidet man die Model aus"[293]. Der skizzierte Aufriß eines Turmes gibt nicht den Turm — dessen Helm soll ja erst errichtet werden — sondern die Entwurfszeichnung wieder. In ihr ist die Breite des Turmschaftes gegeben. Die bis zum Knauf gemessene Höhe des Helms entspricht dem 4fachen dieser Breite[294]. In Verlängerung der rechten Turmkante ist die halbe Höhe des Helms in 8 Einheiten aufgeteilt. Der letzte Punkt der Skala hat zum Helm hinüber einen horizontalen Abstand von einer Einheit. Mit diesem Verhältnis 8 : 1 ist die Neigung des Helms ausgedrückt[295]. Nebenan liegt ein Quader. Seine (beliebig große) Höhe ist in 8 Einheiten aufzuteilen. Eine davon bezeichnet die Neigung, die der Quader — zunächst also die Schablone — erhalten muß[296].

Daß solche Einheiten mit dem Zollstock gemessen seien, ist keine leere Vermutung:

Villard zeichnete den Grundriß einer Wurfschleuder (Abb. 41)[297]. Die parallel verlegten Schwellen sind durch ein Querholz in zwei Abschnitte geteilt, von denen der eine XX (Fuß), der andere XIIII (Fuß) lang sein soll. Als Quermaß ist VIII (Fuß) angegeben[298]. Die Beischrift teilt ergänzend mit, das Gegengewicht der Wurfschleuder, ein mit Erde gefüllter Kasten, sei II große Klafter (grans toizes) lang, VIIII Fuß(pies) breit und XII Fuß tief.

Villard notierte bezifferte Maße zur Wurfschleuder[299], aber für ein Bauwerk nannte er keine Maßzahlen. Darf man aus dieser Verschiedenheit des Vorgehens schließen, Villard habe die für ihn ungewöhnliche Maschine bemessen, habe aber Bauten aus geometrischen Proportionsfiguren abgeleitet[300]? Aber Belagerungsmaschinen zu bauen war Sache eines Architekten nicht erst seit Villard. Über solche Maschinen berichtet Vitruv ausführlich und mit zahl-

---

293) *Hahnloser* (1935, S. 117) deutete diese Anweisung auf eine recht unpraktische Art. *Lassus* stand der zutreffenden Erklärung näher.

294) Villard bemißt das Verhältnis von Breite zu Länge in seinen die menschliche Gestalt regelnden Figuren ebenfalls nach Maßeinheiten (*Hahnloser* 1935, Taf. 37b S. 93f).

295) Der Helm hat, wie gesagt, die vierfache Höhe seiner Basislänge. $4 : \frac{1}{2} = 8 : 1$.

296) Mit einfachstem Gerät sind Strecken leichter zu messen als Winkel. Wer in solcher Lage die Winkelmessungen auf Längenmessungen reduziert, hat außer der geringeren Mühe den Vorteil genauerer Ergebnisse. Eben deswegen hat der Nachfolger Villards jedesmal, wenn er einen Winkel zu messen empfahl, Teilstriche der Längenmessung angegeben (*Hahnloser* 1935, Taf. 39h, i, r, 40c, d, g).

297) *Hahnloser* 1935, Taf. 59, S. 159ff. Der zugehörige Aufriß ist verloren.

298) Das Verhältnis 20 : 14 entspricht den Proportionen der Zeichnung. Das Maß 8 würde in derselben Proportion nicht dem Abstand der Schwellen, sondern eher den Ausladungen des Querholzes bis zum Eingriff der Streben entsprechen.

299) Sein Nachfolger hat eine Brücke skizziert, die aus XX Fuß langen Balken zu errichten sei (*Hahnloser* 1935, Taf. 39j, S. 107).

300) *Kletzl* (1939, S. 17): „Auch Villard de Honnecourt brauchte, solch in allen Hütten bekanntem Bildungsgut vertrauend, nur dort Maßzahlen in seine Zeichnungen einzutragen, wo eine ungewöhnliche, rein technische Aufgabe die Anwendung üblicher Verfahren verbot: bei einer großen Schleudermaschine."

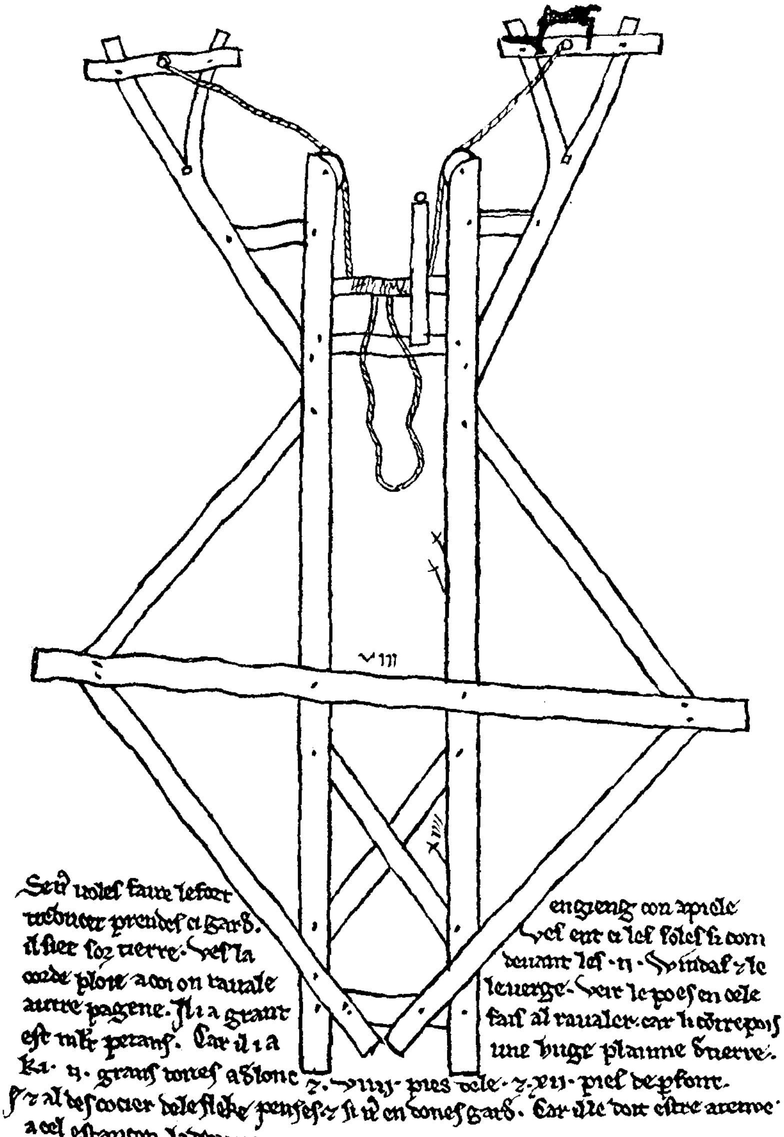


Abb. 41. Der Grundriß einer Wurfschleuder im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt.

reichen Maßangaben[301]). Nur zur Enterbrücke konnte Vitruv keine Maßzahlen nennen, denn sein Gewährsmann Diades hatte diese Maschine ,,nur beschrieben. Sehr mißfällig habe ich bemerkt, daß er trotz seines Versprechens, ihre propor-

[301]) lib. X, cap. X—XV (vgl. Anm. 266).

tionalen Verhältnisse anzugeben, sie doch nicht angegeben hat". Vitruv ist verärgert und begründet dies damit, die Berechnung solcher Maschinen sei „nicht für jeden durchführbar, sondern nur für die, welche aus geometrischen Rechnungen die Zahlen und ihre Vervielfältigungen kennen". Ein Architekt, der diese Zahlenverhältnisse der Maschinen nicht kennt, wäre genötigt, die Abmessungen der Maschinenteile nach Erfahrung zu bestimmen. Aber welcher Architekt hatte Gelegenheit, in dieser speziellen Sparte seines Faches ausreichende Erfahrungen zu sammeln[302])? Deshalb haben Vitruv und Villard für solche Maschinen Maßzahlen notiert[303]). Als Architekten wußten sie beide, wie die Abmessungen eines Bauwerks festzulegen seien. Vitruv hat zahlreiche Baumaße in Fuß genannt. Villard hat sich darauf beschränkt, den Grundriß eines Chores und den Querschnitt eines Pfeilers mit Teilstrichen zu versehen. Weder die Maßzahlen der Wurfschleuder noch diese Teilstriche sprechen dafür, Villard habe Baumaße aus einer Proportionsfigur gewonnen.

Um zusammenzufassen: Die Flächenverdoppelung des Quadrats, das mit Diagonalen ausgestattete Quadratraster und die Vierung über Ort haben im Lehrsatz des Pythagoras ihren gemeinsamen Ursprung. Mit Flächenverhältnissen Proportionen festzulegen ist nicht möglich. Die Raster bieten Anhaltspunkte für Distanzen und Richtungen. Die Vierung über Ort läßt sich in den Turmgrundriß von Laon einzeichnen, was wenig beweist. Villard de Honnecourt entwickelt einen Chorgrundriß im Gespräch, er setzt Teilstriche in zwei Risse und nennt Fußzahlen für die Wurfschleuder. Er bietet in seinem Skizzenbuch vieles und vielerlei, nur eines, den historischen Beleg für die Anwendung der Quadratur im 13. Jh., bietet er nicht.

4. Die Bildquellen

Zugunsten der These, mittelalterliche Architektur sei nach Proportionsfiguren ausgetragen, wurden auch zwei bildliche Darstellungen als Quellen bemüht.

Im 13. Band der Heidelberger Kunstgeschichtlichen Abhandlungen hatte Walter Thomae die These ernstlich in Frage gestellt. Otto Kletzl erwiderte mit einer weitausholenden Besprechung, die alles enthielt, was sich zur Verteidigung der These nur vorbringen ließ, darunter auch dies (1935, S. 59):

„Hier sei ... auf jene Baudarstellung verwiesen, die sich im Traditionskodex der Prämonstratenser von Weißenau bei Konstanz befindet ... In dem genannten Bild wird vorne auf einer Richtbank mit einem Rahmengerät, das durch Schnüre dreieckig über-

[302]) Vitruv berichtet, er sei im Heere Caesars mit dem Bau von Kriegsmaschinen beschäftigt gewesen. Dennoch ist er über das Stillschweigen des Diades verärgert.

[303]) Genauso der Edelmann *Konrad Kyeser* von Eichstädt in seinem 1405 vollendeten, für Kaiser Rupprecht von der Pfalz bestimmten Prachtwerk Bellifortis, in welchem er das technische Kriegsgerät seiner Zeit abhandelt. Eine der zahlreichen Illustrationen der heute in der Universitätsbibliothek Göttingen aufbewahrten Handschrift stellt nahezu dieselbe Wurfschleuder dar, die bereits Villard gezeichnet hat. Auch hier sind Maßzahlen angegeben: die Längsschwelle 46′ lang, die Querschwellen 23′, der kürzere Arm des Schlagbaumes 8′, der längere 46′ (*Feldhaus* 1931, S. 340, Abb. 356). — Auch *Luca Pacioli* ist der Meinung, Belagerungsmaschinen „werden sich stets nach Zahlen, Maß und ihren Verhältnissen gebaut und eingerichtet finden". (*Pacioli* 1509, S. 186).

spannt ist, manipuliert. Die Schnüre stehen mit der Anlage auf der Bank in Verbindung. Das Bild mutet an wie die Illustration zu einem Vers, der sich in der pfälzischen Handschrift des „Alten Passional“ befindet. Da ist die Rede von einem Werkmeister, der einen vil schonen palas mezzen liez her unde dar. Ebenso deutlich wird auf das Verfahren der Triangulation ... angespielt ...“

In der fraglichen Illustration (Abb. 42) sind die von Kletzl genannten Beweisstücke — die „Richtbank“, „das durch Schnüre dreieckig überspannte ‚Rah-

Abb. 42. Mönche beim Kirchenbau (Traditionskodex des Prämonstratenserklosters Weißenau, 1530/33).

mengerät‘ “ und „die mit der Anlage auf der Bank“ in Verbindung stehende Schnur — im Vordergrund deutlich zu erkennen. Die im Rohbau nahezu vollendete Kirche erkennt man aber nicht weniger deutlich im Mittelgrund des Bildes. Sollte sich der Werkmeister, der hier nach dem Verfahren der Triangulation „mezzen liez her unde dar“, sowohl im Ort wie im Zeitpunkt seiner Verrichtungen geirrt haben? Betrachten wir die Illustration näher:

Auf einer Anhöhe des Voralpenlandes wird eine Kirche — dem in einem Wolkenkranz schwebenden Kruzifix folgend in Kreuzesform — gebaut. Die Mönche sind eifrig bei der Arbeit. Einer karrt Kieselsteine zum Lagerplatz neben dem Chor, ein zweiter hat die Kranmulde beladen, der dritte auf dem Gerüst nimmt die Steine an. Rechts drüben mischt einer den Mörtel, der nächste trägt Mörtel in einem Bottich die Pritsche hinauf und oben auf dem Gerüst ist einer dabei, die Steine in Mörtel zu betten. Die Mauerkrone der Kirche ist nahezu erreicht. Daher sind die Zimmerleute bereits am Platz. Einer der Mönche fällt einen Baum, ein anderer trägt die mit dem Beil abgehauenen Äste zur Seite und die beiden letzten sind unter den Augen des Bauleiters dabei, ein Kantholz zuzurichten.

Dieses Zurichten geschah damals und bis in den Anfang unsereres Jahrhunderts auf folgende Art[304]: War der Stamm auf zwei Hauböcke (Zimmerböcke) aufgeklammert (Abb. 43), wurden die Richtungslinien der nachfolgenden Bearbeitung mit Schnurschlägen vorgerissen, genauer gesagt: die von der Haspel (Spule) (Abb. 42, 44) abgelaufene Schnur wurde mit dem im Schnurtopf (Abb. 42, 43, 44) aufbewahrten Rötel eingefärbt[305]) und dem Stamm entlang stramm angezogen; ließ man nun die in der Mitte angehobene Schnur auf den Stamm zurückschnellen, zeichnete der Rötel eine gerade Linie. Nun wurden — etwa 2 Fuß voneinander entfernt — bis zu den Schnurschlägen reichende Stiche eingehauen (Abb. 43), das zwischen den Stichen stehengebliebene Holz abgeschlagen (Abb. 43, 44) und die Flächen mit dem Breitbeil geebnet (Abb. 42, 44). Waren zwei Flächen bearbeitet, wurde das Holz umgekantet. In das nach dem Winkel (Abb. 42, 43, 44) mit der Quersäge (Abb. 44, 45) auf Länge gebrachte Kantholz wurden schließlich die für die Holznägel bestimmten Bohrungen mit dem Löffelbohrer (Abb. 43, 44), die Zapfenlöcher mit der Queraxt (Abb. 42, 44) eingeschnitten.

Kein Zweifel: Die im Weißenauer Traditionskodex enthaltene Handzeichnung stellt Maurer und Zimmerleute bei der Arbeit dar. Von einer Richtbank und von einem mit Schnüren dreieckig überspannten Rahmengerät, mit dem nach den Verfahren der Triangulation manipuliert werde, ist keine Rede.

Auf die zweite Bildquelle hat O. v. Simson hingewiesen (1968, S. 292):

„Wir wissen, daß der mittelalterliche Architekt alle Maßverhältnisse seines Bauwerks mit mathematischen, d. h. geometrischen Mitteln bestimmte. Genauer: Von einem Grundmaß ... ausgehend, entwickelte er alle anderen Maße mittels geometrischer Figuren, die am Bauplatz mit Hilfe von Schnüren und Pflöcken festgelegt wurden". „Eine merkwürdige Illustration dieser Methode findet sich in einer Miniatur im Leben des Hl. Hugo ..."

---

[304]) *Phleps*, 1942, S. 42 und Abb. 14—16. — *A. Wagner*, Lehrbuch für Zimmerer, Hannover 1951—54, 1. Teil, S. 78. — *A. Berger*, Niederdeutsche technische Ausdrücke aus der Handwerkersprache des Kreises Lingen, Diss. Münster 1907, S. 15. — *J. Saß*, Die Sprache des niederdeutschen Zimmermanns, Hamburg 1927, S. 28. — Das Nürnberger Baumeisterbuch erwähnt die „rötelschnür den zimmerleuten" (*Tucher*, *Lexer* 1862, S. 110). — Zur Handhabung der Rötelschnur *Booz* 1956, S. 94.

[305]) Schnurtopf und Rötelschnur sind weiter dargestellt in einem Holzschnitt von H. Burgkmaier (Kaiser Maximilian I. bei den Zimmerleuten) und in einem Holzschnitt des Trostspiegel-Meisters (Bauhandwerker bei der Arbeit in Petrarca, Trostspiegel, Augsburg 1539).

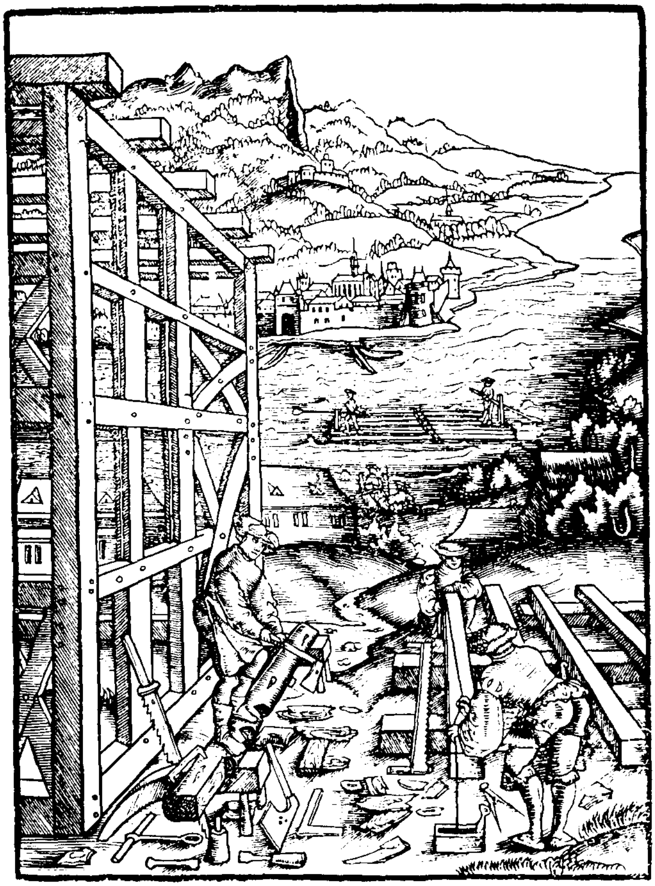


Abb. 43. Zimmerleute bei der Arbeit (Holzschnitt 1531).

Die Miniatur (Abb. 45) veranschaulicht eine Legende. Diese berichtet, die Patrone der Klosterkirche zu Cluny — die heiligen Petrus, Paulus und Stephanus — seien dem um den Entwurf zum dritten Kirchenbau des Klosters besorgten Mönch Gunzo im Traum erschienen und hätten vor dessen Augen den Grundriß der Kirche mit Seilen abgesteckt[306]). Dieses Abstecken geschieht notgedrungen in zwei Arbeitsgängen. Im ersten werden — unterstellen wir einmal: mit Hilfe einer Proportionsfigur, d. h. mit Schnüren und Pflöcken —

---

306) His dictis (S. Petrus) ipse funiculos tendere visus est, ipse longitudinis atque latitudinis metiri quantitatem ostendit ei etiam basilicae qualitatem fabricandae, menti ejus et dimensionis et schematis memoriam tenacius haerere praecipiens (Dom *M. Marrier* et *A. Duchesne*, Bibliotheca Cluniacensis, Paris 1614 und Mâcon 1915, col. 458). — In einer anderen Version: „... Deinde illum in spiritu traducens ipsemet visus est funiculos tenere ac tendere et terminos ponere circumscribendae quantitati mensurasque comprehendere..." (*Mortet* 1911, S. 272).

Abb. 44. Zimmerleute bei der Arbeit (Holzschnitt des Jost Amman, 1568).

Abb. 45. Die Patrone der Abteikirche Cluny erscheinen dem schlafenden Mönch Gunzo (Miniatur 12. Jh.).

Punkte des Grundrisses ermittelt. Im zweiten werden von diesen Punkten ausgehend die Fluchten der Fundamentgräben mit Schnüren bezeichnet. Die Fluchtschnüre des zweiten Arbeitsganges verlaufen zueinander wie die Fluchten der Fundamente parallel bzw. winkelrecht. In der Miniatur trägt der heilige Stephanus die Seilrolle. Die „oberhalb“ der 3 Patrone gespannten Seile verlaufen etwa parallel und etwa winkelrecht zueinander. Dies sind offenbar die für das Ausheben der Fundamentgräben unerläßlichen, im zweiten Arbeitsgang gespannten Fluchtschnüre. Daß zudem im ersten Arbeitsgang mit Schnüren gearbeitet, d. h. jeder Meßpunkt aus einer Proportionsfigur gewonnen sei, ist der Miniatur nicht zu entnehmen. — Oder von der anderen Seite her gefragt: Wenn die Miniatur eine Proportionsfigur wiedergeben soll — was soll das für eine Proportionsfigur sein, die aus (etwa) parallel und (etwa) winkelrecht gespannten Schnüren besteht[307]?

Auch der überlieferte Wortlaut der Legende bietet keinen Anlaß, in der Miniatur die Darstellung eines Proportionsverfahrens zu suchen. Da heißt es nämlich, die Länge und Breite der Kirche (longitudinis atque latitudinis quantitas) werde gemessen (metiri)[308]. Wer Längs- *und* Quermaße zu messen wünscht, könnte — gegen das von der These vorgeschriebene Ritual verstoßend — auf den Gedanken kommen, nach der Meßlatte zu greifen.

So bieten auch die Bildquellen der These keine historische Stütze.

5. Die Ergebnisse

Die Fialenbüchlein legen dar, wie gewisse Formglieder — Fiale, Wimperg und Kreuzblume — mit Hilfe der Vierung über Ort auszutragen seien. Von

---

307) Von den in den Fluchten der Fundamentgräben parallel und winkelrecht gespannten Schnüren berichten auch die Schriftquellen: (Bischof Altfrid von Hildesheim 851—874) Deum orans locum sibi demonstrari in Hildinisheimensi civitate, quem mediator Dei et hominum dignaretur ecclesia ... construenda ... visi sunt designati et quasi ad fodiendum ecclesiae fundamentum artificioso metientis orthigonio limites descripti instar vernalis pruniae ... lati quippe et longi inter seque distantis, prout muri spissitudo et ecclesiae longitudo ac capacitas poscebant (*Schlosser* Schriftquellen 318). — (Abt Utto von St. Blasien 1086—1108) „Also hat dieser Utto ... angefangen das Fundament zu graben der Länge und weitte nach wie der Faden gelegen ist, da hat es sich kreuzweiß gezaigt, wie es noch uff den heutigen Tag kreuzweiß gesehen wurdt so jetzund das neue Münster ist, ..." (*Schmieder* 1929, S. 31 Anm. 4). — *Kletzl* (1935, S. 59) war der Meinung, in diesem zweiten Text werde ebenfalls „deutlich ... auf das Verfahren der Triangulation ... angespielt".

308) Genauso drücken sich auch die Schriftquellen aus: ... visum est autem ei (Graf Wilhelm, † 812) ... ut novum ... debeat aedificare monasterium (St. Guillaume-le-Desert) ... in tali scilicet loco, ubi nullum antea fuerit oratorium ... accitis quoque magistris quos secum educebat, virisque sapientibus quos in suo comitatu habebat, quamprimum condecens metitur oratorium, etitur etiam totius claustri spatium, domum refectionis atque dormitorium, ... His ita dispositis et congrue atque regulariter designatis, ipse dux ad opus rediit, operarios ponit, artifices praeponit ... (*Schlosser*, Schriftquellen 686). — Venerunt ergo (Adelhard und dessen Bruder Wala) anno 822 ... ad locum memoratum (Höxter) circumspectoque ex omni parte, et undique circumientes ... Et postquam compleverunt letaniam et orationem, iactaverunt lineam, et infixerunt paxillos, et coeperunt mensurare, prius quidem templum, inde habitationes fratrum. (*Schlosser*, Schriftquellen 330). — (Abt Wilhelm von Hirsau 1069—91) ... propriis manibus, quia in tali negotio peritissimus erat, coepit monasterium metiri et ceteras officinas ut hodie cernuntur, pulchre prundenterque disponere ... (*Lehmann-Brockhaus* 1582). — (Graf Berengar von Sulzbach, Gründer des Klosters Baumburg, † 1125) ... fecit metiri spacia, primo ubi fabrica templi decentissime poneretur, deinde claustri ambitum et fratrum habitacula, postremo dispositionem officinarum congrue ordinari. (*Lehmann-Brockhaus* 142).

einem Vorgehen, das gleichartig auf einen Turm oder einen anderen größeren Abschnitt des Kirchengebäudes in Grund- und Aufriß anzuwenden sei, berichten sie nicht. Nach Schmuttermayers Angaben ist eine Anwendung der Vierung über Ort im Großen mehr als unwahrscheinlich.

Die Musterbücher nennen, von der lichten Weite des Chores ausgehend, zahlreiche Baumaße als zumeist ganzzahlige, häufig abgerundete Vielfache der Maßeinheit. Lorenz Lacher benützt die Vierung über Ort nicht dazu, Baumaße zu gewinnen, sondern die Längen und Breiten der Formglieder aus der Mauerstärke des Chores abzuleiten. Diese Längen und Breiten folgen nicht der in der Figur enthaltenen geometrischen Reihe, sie verhalten sich vielmehr wie einfache Zahlen.

Villard de Honnecourt entwickelt einen Chorgrundriß im Gespräch, nicht an Hand einer Figur. Seinen Skizzen fügt er Maßstriche oder Maßzahlen bei. Die mit Diagonalen ausgestatteten Quadratraster, die er einigen figürlichen Skizzen unterlegt, decken sich zwar teilweise mit der Vierung über Ort, haben mit ihr aber von der Wurzel her nichts zu tun. Villards Turmgrundriß von Laon läßt sich nach der Vierung über Ort — so oder anders — leidlich erklären, eine Erklärung nach Längeneinheiten kommt den Maßen der Zeichnung jedoch näher. Der erste Nachfolger Villards versucht, die aus der Antike überlieferte „Flächenverdoppelung" auf die Austragung eines Kreuzgangs genauso wie auf die Zerstückelung eines Werksteins anzuwenden.

Die Bildquellen zeigen keine Proportionsfiguren. Sie zeigen das Abschnüren von Fluchten auf dem Baumstamm genauso wie auf der Baustelle.

Die italienischen Quellen hatten der Proportionsthese keine historische Grundlage gegeben. Mit den deutschen und mit den französischen Quellen steht es nicht anders.

IV. Die Geräte

Die These, die das mittelalterliche Werkverfahren umschreiben soll, aus historischen Quellen allein zu begründen, hat man nicht allzu oft versucht. Häufiger und mit größerem Vertrauen wurde von den bereits genannten Nebengründen der jüngste ins Feld geführt, offenbar weil er Historisches — die von den Architekten einstens benützten Geräte — mit Technischem — der Anwendung dieser Geräte im Werkvorgang — auf rationale Weise vereinigt.

Es mag genügen, den Inhalt der bereits gegebenen Zitate hier in Erinnerung zu bringen[309]):

War auf dem Reißbrett das Grundmaß angetragen, wurde über dieser Strecke eine Proportionsfigur entwickelt, die berufen war, die Maße und die Maßverhältnisse des Entwurfs zu bestimmen. Um den Entwurf auf die Baustelle zu übertragen, genügte es, das Grundmaß ein zweites Mal — nun in der wahren Größe — anzutragen und über ihm die Proportionsfigur ein zweites Mal zu entwickeln.

309) S. 262—269. Ergänzend sei verwiesen auf *Viollet-le-Duc* 1868 I, S. 550. — *Hoeber* 1906, S. 107. — *Kletzl* 1935, S. 57. — *Kletzl* 1938/39, S. 19. — *Kletzl* 1939, S. 18, 123. — *Wedepohl* 1967, S. 286—293.

Bei solchem Vorgehen stellten sich wie nebenbei die willkommensten Vorteile ein. Am Reißbrett konnte sich der Architekt, dem maßstäbliches Zeichnen unbekannt war, mit Skizzen oder stenographischen Notizen begnügen, was der Verbreitung neuer Ideen nur förderlich war. An der Baustelle hatte der Architekt lediglich das Grundmaß als abgerundetes Vielfaches der an diesem Ort zu dieser Zeit gebräuchlichen Maßeinheit anzutragen. Damit war er der babylonischen Verwirrung der Maßeinheiten glücklich entronnen, d. h. er konnte für jeden beliebigen Ort entwerfen, genauso konnte er einen an einem anderen Ort gefertigten Entwurf an der eigenen Baustelle verwirklichen[310]. Damit zusammenhängend ein weiterer Gewinn: Der Architekt konnte das Grundmaß größer oder kleiner wählen, d. h. er konnte den (vielleicht anderswo entstandenen) Entwurf — in gewissen Grenzen, versteht sich — kleiner oder größer ausführen als geplant.

Diesen vom Grundmaß gewährten Vorteilen reihte sich der entscheidend wichtige Vorteil an, den nur die Proportionsfigur zu bieten vermochte: Mühsam einzumessen war nur das Grundmaß. Die Proportionsfigur dagegen lieferte alle Baumaße leicht, gleichwohl mit größter Genauigkeit und überdies in der jedem gotischen Bauwerk wesensmäßig zukommenden Art als „rechtes Maß“ — „recht“ genannt einfach deswegen, weil es sich in der beim Einmessen des Grundmaßes benützten Längeneinheit nicht mit rationalen Werten darstellen läßt.

Summa summarum: Jedem Verständigen muß einleuchten, daß der gotische Architekt bestens beraten war, wenn er am Reißbrett und an der Baustelle mit Grundmaß und Proportionsfigur vorging, mehr noch: Es ist gewiß, daß er nur so und auf keine andere Weise zum Ziel kommen konnte.

Ist es gewiß? Hier werden die Unmaßstäblichkeit der Bauzeichnung, die unterschiedliche Größe der Maßeinheiten und das „rechte Maß“ in einen Kausalzusammenhang gebracht, in den auch das Grundmaß und die Proportionsfigur aufgenommen sind.

Alle diese Gegenstände sind nur aus ihrem so konstruierten Zusammenhang determiniert, für sich allein genommen ist jeder dieser Gegenstände unbestimmt: Die mittelalterlichen Bauzeichnungen sind nicht in den uns heute geläufigen Maßstäben gezeichnet, aber deswegen müssen sie nicht mit Hilfe von Proportionsfiguren unmaßstäblich gezeichnet sein. Die mittelalterlichen Maßeinheiten sind den um 1800 festgestellten „alten Fußmaßen“ im besten Fall näherungsweise gleich; mit derart unsicheren Werten läßt sich dank der als zulässig bezeichneten Toleranz jedes passend gewählte Baumaß als Grundmaß mit der Begründung ausgeben, dieses Baumaß entspreche einem abgerundeten Vielfachen der Maßeinheit. Das „rechte Maß“ ist eine viel beredete Wortformel, der einstweilen jeder faßbare Inhalt fehlt.

Derart labile Gegenstände in einen glaubwürdigen Zusammenhang zu bringen, ist nicht allzu schwierig, ist aber der Erkenntnis dieser Gegenstände so wenig

---

310) *Kletzl* 1941 (Straßburg, Abb. 26, 27) hat dem Querschiff des Straßburger Münsters die in Straßburg aufbewahrten Chorgrundrisse der Kathedralen von Paris und Orléans wahlweise angeflickt.

dienlich wie der Behauptung, nur deswegen, weil sich die Proportionsfigur als Kernstück in diesen Zusammenhang einfügen lasse, habe der gotische Architekt der Proportionsfiguren nicht entraten können.

Lassen wir also die Unmaßstäblichkeit der Bauzeichnung, die Größe der Maßeinheit und das „rechte Maß" einstweilen beiseite und führen wir diese Argumentation auf ihren Ursprung zurück indem wir fragen, was den vom Architekten benutzten Geräte und deren Anwendung im Werkvorgang zugunsten der These zu entnehmen sei.

In originalen Stücken sind solche Geräte, soweit ich sehe, nicht auf uns gekommen[311]). So sind wir auf Abbildungen und auf Nachrichten angewiesen. Abgebildet wurden solche Geräte, sooft jemand in einem Portrait oder in einer szenischen Komposition mit Hilfe eines Attributes als Architekt auszuweisen war[312]).

Als das sinnfälligste Attribut des Architekten galt im späteren Mittelalter und lange danach der Stechzirkel[313]). Weniger häufig schien der Winkel geeignet, diesen Beruf zu bezeichnen[314]). Dasselbe gilt vom Bodenzirkel[315]), der Meßlatte[316]), der Entwurfszeichnung[317]), auch von dem in den Abmessungen

---

311) Eine Reißfeder wurde in Dürers Wohnhaus hinter einer Vertäfelung entdeckt (Nürnberg, Germanisches National-Museum; *Grote* 1959, Abb. 17). — Der in Liverpool 1957 gefundene Winkel soll wenigstens 200 Jahre alt sein, die Fundumstände ließen eine nähere Datierung nicht zu (*Morgan* 1961, S. 61, Abb. 9).

312) RDK II Baumeisterbildnis. — *Booz* 1956, S. 71f. — *Gerstenberg* 1966.

313) Reims Kathedrale, im Labyrinth Gaucher de Reims, um 1290 (Abb. 58). — Tübingen Stiftskirche, Hans Augstaindreyer 1478 (RDK II, Sp. 97). — Mainz, Städt. Gemäldesammlung, Moritz Ensinger (*Buchner* 1953, Taf. 69, Abb. 17). — Dinkelsbühl St. Georg, Bildnis der beiden Meister Eseler, Kopie Mitte 17. Jh. nach dem verlorenen Original des ausgehenden 15. Jh. (*Gerstenberg* 1966, S. 213). — Harburg a. R., fürstl. Öttingensche Sammlung, unbekannter Baumeister um 1500 (*Buchner* 1953, Taf. 165). — New York, Sammlung Ernest Rosenfeld, unbekannter Baumeister, Hans Burgkmair d. Ä. 1507 (*Buchner* 1953, Taf. 99). — Wien, St. Stephan, Kanzel, Anton Pilgram 1515 (*Gerstenberg* 1966, S. 208). — München, Alte Pinakothek, unbekannter Baumeister, Meister des Marienlebens (*Buchner* 1953, Taf. 11).

314) Reims Kathedrale Labyrinth, Meister Jean le Loup, um 1290 (Abb. 58). — Zürich Zentralbibliothek, Turmbau zu Babel in der Weltchronik des Rudolf von Ems 1340/50 (*K. Escher*, Die Bilderhandschrift der Weltchronik des Rudolf von Ems, Zürich 1935, Abb. 1). — Zwei Bauszenen aus der Bible historiale des Guyart des Moulins E. 14. Jh. (*Colombier* 1953, Fig. 9, 10). — Tamsweg Wallfahrtkirche, Peter Harperger 1433 (*Gerstenberg* 1966, S. 214). — Berlin Kupferstichkabinett, Bildnis eines Baumeisters (wohl Hieronymus von Augsburg), Dürer 1506 (*H. Möhle*, Dürer und seine Zeit, Meisterzeichnungen aus dem Berliner Kupferstichkabinett, Berlin 1967, Taf. 35). — Der Apostel Thomas war der Legende nach Baumeister. In seiner Hand wurde der Winkel zum Heiligenattribut.

315) Reims Kathedrale Labyrinth, Bernard de Soissons, um 1290 (Abb. 58). — Vendôme Ste. Trinité, Konsole im Nordquerarm, frühes 13. Jh. (*Kletzl* 1941, Straßburg, Abb. 23). — Regensburg Dominikanerkirche, Bruder Diemar, um 1270 (RDK II Sp. 97. — *Gerstenberg* 1966, S. 34).

316) Wollteppich aus Arras oder Tournai, 3. V. 15. Jh. (Ausstellung Karl d. Große in Aachen 1965, Katalog Nr. 758).

317) Köln Dom, Dombaumeister Nikolaus von Buren † 1445 (*Clemen* 1937, Fig. 218).

eines Modells dargestellten Bauwerk[318]). Nicht selten verlieh man dem Dargestellten mehrere dieser Attribute[319]). Reißbrett[320]), Schablonen[321]) oder Setzwaage[322]) konnten hinzukommen.

A. Reißbrett, Reißschiene und Winkel

Wer Proportionsfiguren in Geräten aufweisen will, hat einen langen Weg vor sich. Wer nachzuweisen versucht, der gotische Architekt habe kein Gerät besessen, das der These nicht dienlich sei, muß noch weiter gehen:

---

318) Ulm Münster, Relief der Grundsteinlegung 1377 (RDK II, Sp. 45). — Mühlhausen i. Thal, Grabmahl des Baumeisters Henrich von Sampach, † 1382 (RDK II, Sp. 98).

319) Stechzirkel und Winkel: Reims Kathedrale, Archivolte über der Rose der Westfront, Salomo und sein Architekt (*Moreau-Nélaton*, 1915, Taf. 66). — Eudes de Montreuil (*Morgan* 1961, Fig. 2). — Niederhaslach, Grabmal für den Sohn des Straßburger Meisters Erwin † 1329 (*F. X. Kraus* 1876, S. 200, Taf. I. Der Dargestellte trägt in der Linken einen Zirkel, den man in der mehrfach abgedruckten, wenig sorgfältigen Nachzeichnung der Grabplatte vergebens sucht; auf dem bei *Kraus* als Tafel I eingeklebten Originalfoto ist der Zirkel deutlich zu erkennen). — Semur-en-Auxois Notre-Dame, Schlußstein im Südschiff, um 1250 (*Viollet-le-Duc*, Dict. I, S. 115). — Weingarten Chorgestühl 1487 (*Gerstenberg* 1966, S. 126). — Wien St. Stephan, Orgelfuß, Anton Pilgram 1513 (*Gerstenberg* 1966, S. 205). — Stechzirkel, Winkel und Meßlatte: Prag, Wenzelskapelle des Veitsdomes, Benedikt Ried 1508 (*Gerstenberg* 1966, S. 219). — Stechzirkel, Winkel, Meßlatte und Modell: Reims Kathedrale, Grabplatte des Hugo Libergier † 1229 (Abb. 50). — Stechzirkel und Meßlatte: Pirna, Wolf Blechschmidt 1540 (RDK II, Sp. 99). — Rothenburg o. d. Tauber Rathaus, Leonhard Weidmann 1578. — Freiburg i. Breisgau Münster, ehemaliger Lettner, Hans Böringer um 1585 (*F. Kempf* und *K. Schuster*, Das Freiburger Münster, Freiburg 1906, Abb. 20). — Stuttgart Lusthaus, Georg Beer 1593 (Kunst- und Altertums-Denkmale im Kgr. Württemberg, Neckarkreis, Eßlingen 1889, S. 31). — Stechzirkel und Riß: Rouen S. Ouen, Grabplatte der Meister Alexander und Colin de Berneval und ebenda, Grabplatte eines unbekannten Meisters (*Colombier* 1953, Fig. 12, 16). — Basel Öffentl. Kunstsammlung, Jörg von Halsbach, 1465/70 (auf dem über die Brüstung gelegten Papier ist eine Zeichnung nicht erkennbar; *Buchner* 1953, Taf. 111). — Ebenda, Bildnis eines unbekannten Meisters, um 1470 (*Ueberwasser* 1935, Abb. 1). — Stuttgart Hospitalkirche, Alberlin Jörg 1479 (*Gerstenberg* 1966, S. 70). — Bodenzirkel und Winkel: Der Architekt des Königs Offa (Abb. 10).

320) Stechzirkel und Reißbrett: Florenz Dom, Sockelgeschoß des Campanile, der Architekt, Werkstatt des Andrea Pisano, 1337/40 (*Gioseffi* 1963, Fig. 68). — Winkel und Reißbrett: Colmar, St. Martin, Gewände des Südportals, Meister Humbret, um 1265 (*Gerstenberg* 1966, S. 144).

321) Stechzirkel, Zollstock und Schablonen: Berlin-Dahlem Staatl. Museen, Bildnis eines Unbekannten, Ludger Tom Ring d. Ä. 1. H. 16. Jh. (*Grote* 1959, Abb. 4). — Stechzirkel, Winkel, Meßlatte und Schablone: Schwäbisch Hall St. Michael, Gewölbemalerei im Westjoch des Südschiffs, Heinrich der Barlierer 1456 (*Gerstenberg* 1966, S. 217). — Meßlatte und Schablone: Rouen Kathedrale Farbfenster, Bau einer Kirche (*Colombier* 1953, Fig. 18).

322) Stechzirkel, Winkel, Reißbrett und Setzwaage: Poitiers Kathedrale, Dorsal des Chorgestühls, Mitte 13. Jh. (*Colombier* 1953, Fig. 14). — Stechzirkel, Winkel, Meßlatte, Setzwaage und Lot: Burg Friedeck in Oberschlesien, Gewölbekonsole um 1500 (*Heideloff*, 1852, Heft 23, Taf. 5, Abb. f). — Winkel, Riß und Setzwaage: Münster i. W. Dom, Vorhalle Fries, um 1270. — Riß und Setzwaage: Caudebec, Grabstein des Guillaume Letellier † 1484 (*Lethaby-Rice* 1949, Fig. 95).

Wilhelm Funk 1955 (S. 56): „Im Vitruvius Teutsch 1548 schildert der Holzschnitt „Cirkels, Richtscheits und aller gebräuchlichen geometrischen Instrument Fürbildung“ [hier Abb. 46] auch alle Werkzeuge, die man damals zum Planzeichnen benützte. Aber

Circkels/Richtscheidts vnd aller gebreuchlichen Geometrischen Instrument/künstliche Fürbildung.

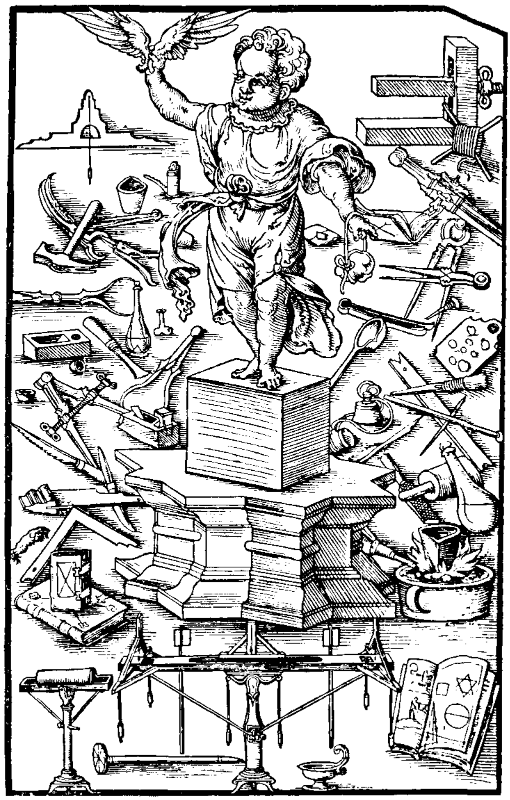


Abb. 46. Geometrische Instrumente (Rivius 1548).

Reißbrett, Reißschiene und Winkel, ohne die wir uns heute das „technische Zeichnen“ gar nicht vorstellen können, sind nicht darunter. Sie können auch erst für den praktischen Gebrauch der heutigen Planmethode erfunden worden sein ... Nur die beiden Winkel, welche die Hälften des Quadrates, bzw. des gleichseitigen Dreiecks ausmachen, halten eine letzte, schwache Erinnerung an die gerechte Quadratur und Triangulatur wach. Die Reißschiene dagegen wird zum Symbol der neuen Planmethode. Sie beendet die uralte Herrschaft des Zirkels und der musischen Geometrie. Dieser Bruch bedeutet den Verlust des rechten Maßes und den Verlust der Mitte, auch buchstäblich. Besteht doch die wesentlichste Eigenschaft aller gerechten Gründe darin, daß sie einen Mittelpunkt besitzen, den Mittelpunkt des Kreises, aus dessen regelmäßiger Teilung sie hervorgehen.“

Wilhelm Funk 1962 (Wedepohl 1967, S. 301): „Zwischen 1548 und 1709 wurden Reißbrett, Reißschiene und Winkel erfunden ... 1794 aber gab G. du Monges ... seine „darstellende Geometrie“ heraus und schuf damit die Grundlage des heutigen Planverfahrens. Dieses verdrängte dann über Nacht das alte Plan- und Maßverfahren nach der musischen

Geometrie, ermöglicht aber nur durch das Vorhandensein von Reißbrett, Reißschiene und Winkel und — „Pauspapier“ (Transparentpapier) und „Radiergummi“!“

Dagegen ist zunächst festzustellen, daß das Reißbrett dem Mittelalter längst bekannt war[323]). In Dijon hat der Hoftischler 1386 ein auf zwei Böcken liegendes Nußbaumbrett gefertigt. Es war 10′ lang, 5′ breit, verfugt, verdübelt und mit 4 Querleisten versehen. Auf ihm sollte der Architekt Drouet de Dammartin die Risse zum Westportal der Karthause Champmol zeichnen[324]). Ulrich von Ensingen erhielt ein Reißbrett, als er 1417 in Straßburg den Helm des Münsterturms entwarf[325]). Stieglitz (1820, S. 216) berichtete von einem „alten Lehrlings-Katechismus, wo das Zeichnungsbrett als ein Werkzeug der Meister angegeben ist, um die Baurisse zu entwerfen“. — Dargestellt findet man das Reißbrett seit der frühen Gotik häufig, so an der Westfront der Kathedrale zu Laon[326]), in einem Abseitenfenster der Kathedrale zu Reims[327]), im Chorgestühl der Kathedrale zu Poitiers[328]), im Südportal von St. Martin zu Colmar[329]), am Sockel des Domkampanile zu Florenz[330]), auf zwei Grabplatten in S. Quen zu Rouen[331]) und auf einem Holzschnitt des späteren 15. Jh. (Abb. 47). Viele dieser Reißbretter sind auffallend klein — die figürliche Komposition legte nahe, die dargestellte Person möge ihr Reißbrett in der Hand oder auf dem Schoß halten, was mit einem Reißbrett normaler Größe nicht gut möglich ist —, andere haben die Gestalt und Größe eines Zeichentischs.

Wie steht es mit Reißschiene und Winkel? In gotischen Rissen findet sich eine Vielzahl von Linien, die parallel und winkelrecht zueinander stehen. Auch wenn sich die Risse inzwischen verzogen haben, läßt sich die Parallelität der Linien leicht prüfen. Sie ist in aller Regel so vollkommen, daß sie kaum mit einem

---

323) König Gudea von Lagasch hat eine Tafel auf seinem Schoß liegen, dazu Zeichenstift und Maßstab. Die Tafel trägt den Grundriß eines Bauwerks. — Den „unter Verwendung von Lineal und Winkel in verkleinertem Maßstab ausgeführten Grundriß“, ebenso den Aufriß und die perspektivische Wiedergabe eines geplanten Bauwerks konnte Vitruv nicht wohl ohne Zeichenbrett herstellen (lib. I, cap. II, 13).

324) Henry Verel, „charpentier de menues oeuvres“, lieferte dem Architekten „une table de noyer, garnie de deux tresteaulx, laquelle contient 10 piez de long et 5 piez de large, jointte, goujonnée et barrée de quatre barres, sur laquelle l'on a tracié les traiz des fourmes du portal de l'esglise.“ (*Troescher* 1932, Anm. 55. — *Kletzl* 1939, S. 16).

325) Baurechnungen des Straßburger Münsters, Sonntag Misericordia Domini 1418: It(em) meister Wernher dem zimbermanne von des Werckes wegen das er dem wergmeister zum risz gemacht hat zum helme XIII (ß ₰). (*F. X. Kraus* 1876, S. 393. — *Kletzl* 1935, S. 62).

326) *A. Bouxin*, La cathédrale Notre Dame de Laon, Laon 1912, Abb. auf S. 113.—

327) *L. Demaison*, La cathédrale de Reims, Paris 1954, Abb. auf S. 13.

328) *Colombier* 1953, Fig. 14.

329) *Gerstenberg* 1966, S. 114.

330) *Gioseffi* 1963, Fig. 68 B.

331) *Colombier* 1953, Fig. 12, 16. — Beide Grabplatten zeigen ein Reißbrett, das wegen seines trapezförmigen Umrisses auffällt. *Kletzl* (1941, Straßburg, S. 39) dachte an ein „interessantes Visier-Instrument“. Das eine Brett trägt jedoch den Ausschnitt eines Rosenfensters, das andere ein Maßwerkfenster.

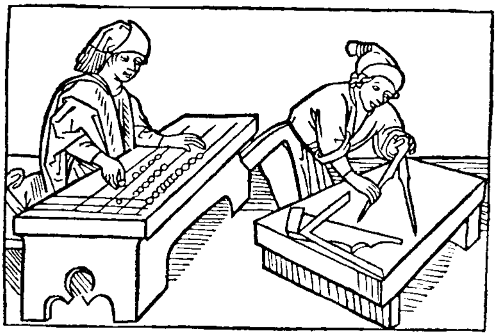


Abb. 47. Arithmetik und Geometrie (Holzschnitt 1471).

freiliegenden, eher mit einem parallelgeführten Lineal zu erzielen wäre. Ein solches Lineal läßt sich leicht herstellen. Ägypter und Römer haben bereits einen Winkel benützt, dessen längerer Schenkel als „Lineal“ diente und dessen kürzerer Schenkel mit einem nach unten schauenden Steg über die Kante des Werkstücks hinweggriff[332]. Auch der Winkel (Winkelmaß), den der Tischler heute benützt, ist nichts anderes: der eine Schenkel dient als Lineal, der andere ist zu einem übergreifenden Kopfstück umgebildet, das die Parallelführung besorgt (Abb. 48, 1). Beim Anschlag (Anschlagwinkel, Lehrmaß) des Zimmermanns reicht das Kopfstück über die Breite des Lineals nicht hinaus (Abb. 48, 2). Ein Gerät, das in seiner Grundform mit dem An-

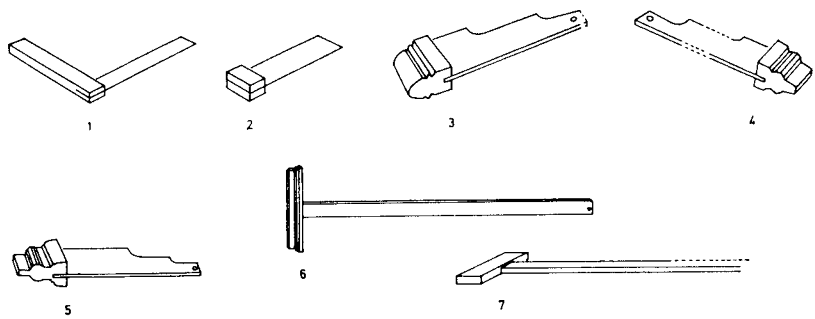


Abb. 48. Winkel, Anschlag und Reißschiene: 1. Winkel (Winkelmaß) des Tischlers. — 2. Anschlag (Anschlagwinkel, Lehrmaß) des Zimmermannes. — 3. Reißschiene (Dürer 1514). — 4. ebenso (Kunstbüchlein 1535). — 5. ebenso (Rivius 1548). — 6. ebenso (Schübler 1719). — 7. ebenso (Sandrart-Volkmann 1770).

schlag völlig übereinstimmt, und überdies ein Winkel der üblichen Form, liegen auf dem bereits genannten Reißbrett eines spätgotischen Zeichners (Abb. 47)[333]. Mit diesen beiden Werkzeugen — Anschlag und Winkel — konnte der Zeichner damals dasselbe ausrichten wie sein Kollege heute mit

---

[332]) *Durm* 1905, Fig. 818. — *Flinders Petrie* 1917, Taf. XLVII, 60 und 62.

[333]) *Grote* (1959, S. 15), der diesen Holzschnitt bekannt gemacht hat, spricht vom „Richtscheit, einer Art Reißschiene, deren zwei ungleich lange Arme einen rechten Winkel zueinander bilden“.

Reißschiene und Winkel[334]). In der 1. Hälfte des 16. Jh. wurde diese „Reißschiene“ — nun mit beiderseits stark profiliertem Kopf — mehrfach dargestellt (Abb. 48, 3—5). Im frühen 18. Jh. war dieses Kopfstück noch immer gewichtig und stark profiliert, aber das Lineal war inzwischen lang und schlank geworden und besaß nun parallele Kanten (Abb. 48, 6). Im ausgehenden 18. Jh. war schließlich auch der Kopf umgebildet (Abb. 48, 7). Damit war die Reißschiene in allen ihren Stücken auf die uns heute gewohnte Form gebracht.

Den Winkel hatte der Architekt genauso wie jeder Bauhandwerker seit den Ägyptern zur Hand[335]). Die im Mittelalter gebrauchten Winkel haben zumeist Schenkel übereinstimmender Breite und ungleicher Länge. Soweit man den Darstellungen entnehmen kann[336]), ist das Verhältnis der beiden Längen nicht konstant[337]). Gleichwohl hat man in solchen Winkel das „rechte Maß“ finden wollen[338]). — Drei besondere Formen des Winkels seien erwähnt (Abb. 49): Bei der ersten, die in der Antike und in der Gotik bekannt war, ist der lange Schenkel des Winkel gekrümmt[339]). Bei der zweiten, die sich im 12. Jh. mehrfach findet, ist der lange Schenkel erheblich gestreckt[340]), der kurze Schenkel verbreitert[341]). An der dritten Form, die im 13./14. Jh. vor

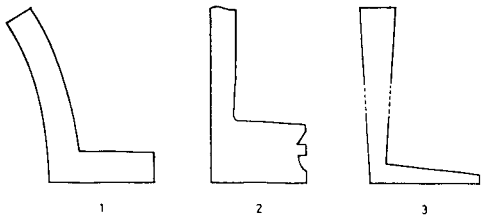


Abb. 49. Grundformen des Winkels

334) *Kottmann* (1967, S. 15) hat die heute benützten Zeichendreiecke zum Vorteil der These interpretiert: „Auch die bis vor wenigen Jahren allgemein üblichen Zeichendreiecke boten dem Zeichner die Winkel des gleichschenkligen Dreiecks: 60°, 30° und die des Quadrats: 90° und 45°. Obwohl wir schon seit langer Zeit mit diesen Winkeln nur noch wenig anzufangen wissen, sind die entsprechenden Zeichendreiecke doch als Zeugen einstiger Arbeitsverfahren bis auf unsere Zeit erhalten geblieben.“

335) *Flinders Petrie* 1917, Taf. XLIX, 94; *Clarke-Engelbach* 1930, Fig. 264. — In Villards Skizzenbuch ist angegeben, wie ein Winkel zu prüfen sei (*Hahnloser* 1935, Taf. 40c, S. 115).

336) vgl. Anm. 314.

337) Es beträgt 1 : $1^1/_2$ bis 1 : 2, selbst bis 1 : $2^1/_4$.

338) *Ueberwasser* (1935, S. 264): „Wer sich den rechten Winkel, den der Baumeister in Händen hat, als ein halbes Quadrat vorstellt, kennt schon „das rechte Maß“, das ja nichts anderes ist als die eine kurze Seite des Winkeldreiecks im Verhältnis zur langen Hypothenuse.“

339) Rom, Grabmal eines Architekten an der Via Appia (*Brandt* 1927, Abb. 130). — Chartres Kathedrale, Farbfenster (Annales archéologiques VIII, 1848, S. 48f. — *Colombier* 1953, Fig. 3).

340) Die Längen der Schenkel verhalten sich wie 1 : 2 bis 1 : $3^1/_2$.

341) S. Savin-sur-Gartempe, Turmbau zu Babel (*Colombier* 1953, Taf. II, 3). — Hortus deliciarum der Herrad von Landsberg (ebenda Fig. 4). — Plieningen Pfarrkirche, Steinmetz mit Spitzfleche und Winkel (*E. Bock*, Romanische Baukunst und Plastik in Württemberg, Stuttgart 1958, Taf. 81, dort „Adam nach dem Sündenfall“).

allem in Frankreich verbreitet war, fällt weniger das Längenverhältnis der Schenkel auf [342]) als deren nicht parallele Begrenzung: der kurze Schenkel verbreitert sich gegen das Knie, der lange übernimmt diese Breite und steigert sie weiter (Abb. 50)[343]). Diese dritte Winkelform hat zu einem weiteren Proportionsverfahren die historische Begründung geliefert[344]).

Waren Adepten der These überzeugt, Reißbrett, Reißschiene und Winkel verhielten sich zu den Proportionsfiguren wie Feuer zu Wasser, mußten alle drei Geräte lange nach der Gotik erfunden sein. Deutlicher gesagt: Aus der Anwendung der Proportionsfiguren, die zu beweisen wäre, schloß man auf die Nichtexistenz der drei Geräte und aus deren Nichtexistenz sollte die Anwendung der Proportionsfiguren schließlich zwingend hervorgehen.

B. Die „Proportionszirkel"

Für mancherlei Zwecke gab und gibt es Zirkel unterschiedlicher Größe und Durchbildung. Einige Zirkel werden „Proportionszirkel" genannt. Die Bezeichnung legt nahe, zwischen ihnen und der von den gotischen Architekten geübten Kunst der Proportionen einen sachlichen Zusammenhang zu vermuten.

Ernst Mössel 1926 (S. 110): „Es muß als wahrscheinlich gelten, daß die Kreisgeometrie ursprünglich durch Stangen, Pflöcke und gespannte Schnüre auf dem geebneten Bauplatz bewirkt wurde ... Für Ausführungen von geringerer Abmessung haben sicher auch besondere Werkzeuge gedient. Es sind Proportionszirkel aus römischer Zeit erhalten, deren Zweck man sich aber bisher nicht zu deuten vermochte."

Otto Kletzl 1935 (S. 62): „Hier sind auch die Proportionszirkel zu erwähnen, deren sich sicher schon französische und deutsche Baumeister des 13. und 14. Jhdt.s zu bedienen wußten. Er ist abgebildet auf dem Grabstein des Meisters Hugue Libergier in St. Nicaise in Reims (gest. 1263) und als Meisterzeichen auf der Büste des Mathias von Arras im Veitsdom von Prag. Auf dem Grabstein von dem 1329 gestorbenen Sohne Erwins in Niederhaslach (Elsaß) erkannte noch Gérard 1872 in der einen Hand einen compas de réduction. Ein Proportionszirkel war auch auf dem heute verschwundenen Grabstein Konrads, des 1459 gestorbenen achten Dombaumeisters von Köln zu sehen. Er wurde

---

342) Es beträgt $1 : 1^1/_2$ bis $1 : 1^3/_4$.

343) Das geringste und das größte Breitenmaß verhalten sich wie $1 : 1^1/_2$ bis $1 : 3^1/_2$. — Skizzenbuch des Villard de Honnecourt (*Hahnloser* 1935, Taf. 39f, i, q; 40b). — Poitiers Kathedrale, Chorgestühl (*Colombier* 1953, Fig. 14). — Chartres Kathedrale, Nordvorhalle, Henoch (*W. Sauerländer*, Von Sens bis Straßburg, Berlin 1966, Abb. 144). — Reims Kathedrale, Grabplatte des Hugo Libergier (Abb. 50). In den Nachzeichnungen der Grabplatte sind die Schenkel dieses Winkels mit nahezu oder völlig parallelen Kanten wiedergegeben. — Colmar St. Martin, Meister Humbret, um 1265 (*Colombier* 1953, Taf. XXIX, 50; *Gerstenberg* 1966, S. 144). — König Offa und sein Architekt (Abb. 70). — Reims Kathedrale Westfront, König Salomo und sein Architekt (*Moreau-Nélaton* 1915, Taf. 66).

344) *Morgan* vermaß den auf der Grabplatte des Meisters Hugo Libergier dargestellten Winkel, wobei die Längenangabe beider Schenkel um etwa 1 cm zu kurz geriet, und ermittelte aus dieser Darstellung — die Rillen der Zeichnung sind etwa 4 mm breit — die Innenwinkel des Gerätes auf Grad, Minute und Sekunde genau, legte die auf solchen Wegen gewonnenen Richtungslinien — wie es schon *Thiersch* und *Hasak* getan hatten — auf Bauaufnahmen, stellte die völlige Übereinstimmung von Richtungslinien und Bauaufnahmen fest und zog aus dieser Übereinstimmung die naheliegenden Schlußfolgerungen.

Abb. 50. Reims Kathedrale, Grabplatte des Meister Hugo Libergier († 1263)

bezeichnender Weise als „Zange" mißdeutet. Der Proportionszirkel muß ... als eine Nutzanwendung von Triangulationsmethoden bezeichnet werden."

Otto Kletzl 1937—38 (S. 21): „Insbesondere der Reduktions-Zirkel weist auf allgemeine Kenntnis von triangulierenden Entwurfsverfahren, die — mit Hilfe von geometrisch bevorzugten Dreiecken arbeitend — auch die relative Maßstabslosigkeit aller gotischen Werkzeichnungen erklären."

Ernst Mössel 1938 (S. 47; entsprechend S. 68 und Legende der Tafel 281): „Erst in verhältnismäßig späte Zeit wird es zu setzen sein, daß solche Werkzeuge wie Proportionszirkel verwendet worden sind. Aus römischer Zeit sind mehrere solcher Instrumente erhalten. Eines, das die Teilung im Maßverhältnis des goldenen Schnittes gibt, habe ich selbst im Museum zu Neapel festgestellt. Mit einem solchen Instrument ist also eine geometrische Figuration, die durch das Maßverhältnis des goldenen Schnittes gekennzeichnet ist, mühelos herzustellen."

Otto Kletzl 1939 (S. 16): Auf der Grabplatte des Hugues Libergier tritt „ein Werkzeug des Hüttenmeisters zuerst in jener besonderen Form auf, die als ein Proportionalzirkel bezeichnet werden muß. Dem langen Zirkelarm entspricht da jeweils, über den einzigen Drehpunkt hinaus im Gegensinne gewendet, noch ein kurzer. Beim Öffnen und Schließen hat solch ein Zirkel also das Verkleinern und Vergrößern in einem bestimmten Verhältnis erleichtert. Gerade solche Tätigkeit spielte aber bei den geometrischen Hilfsmethoden dieser Meister, ... eine große Rolle. Solch besonderer Zirkel der Hüttenkunst ist bisher entweder gar nicht oder nicht richtig gedeutet worden ... der Proportionszirkel ... erklärt auch jene relative Maßstabslosigkeit, wie sie für gotische Baurisse ausgesprochen kennzeichnend ist." — (S. 18): „Die Lehre vom Rechten Maß ..., Aufgaben des Proportionszirkels, die Deutung der relativen Maßstabslosigkeit ... stehen alle miteinander in einem logischen Zusammenhang, ..."

Otto Kletzl 1941 (Bauhüttenkunst S. 10f.): „Über Schiffsachsen und Pfeilermittelpunkte folgten nach einer Fundamentzone, ... jene Werkstückschichten, deren Maße sich aus in bestimmtem Verhältnis durchgeführten ... Planvergrößerungen ergaben. Die Verhältniszahlen für solche Vergrößerungen gingen wiederum von dem sogenannten Grundmaß des triangulierten Entwurfs aus. Das Hauptinstrument des Werkmeisters war daher ein Reduktionszirkel (Abb. 2) [hier entsprechend Abb. 51, 4]. Als Zange mißdeutet, meistens aber gar nicht beachtet, findet sich dieser besondere Zirkel auf Grabsteinen und in Werkzeichen von Baumeistern dieser Zeit ... In Bronze, ja selbst in Holz ausgeführt, ist dieses Instrument schon für Baumeister und Geometer der Spätantike nachweisbar, und auf dem gleichen Prinzip beruht jener deutsche Greifzirkel für Lichtmaße von Zylindern und Säulen aus dem 16. Jahrhundert, welcher hier als Abb. 2 gezeigt wird."

Otto Kletzl 1941 (Straßburg S. 38): „Es hat sich gezeigt, daß triangulierende Entwurfs-Verfahren, bei denen von einem allein frei wählbaren Grundmaß ausgegangen wurde, viel mit automatischen Vergrößerungen bzw. Verkleinerungen rechnen müssen; auch dann, wenn Originalentwürfe für weitere Verwendungen plan-mäßig überarbeitet wurden. Eine Art von Reduktions-Zirkel muß daher in den Bauhütten dieser Zeit der Gotik ein sehr notwendiges Instrument gewesen sein. Sein Gebrauch läßt sich in der Tat für die Hüttenkunst Frankreichs und Deutschlands nachweisen ... Für Schwaben ist dieses Instrument durch das Siegel bezeugt, das Werkmeister Hans von Savoy 1477 als Zeuge unter einen Bauvertrag des Klosters Weingarten setzte."

Haben diese Ausführungen einen im Werkvorgang begründeten Kausalzusammenhang aufgezeigt? Haben sie einsichtig gemacht, mit welcher Begründung aus der Existenz der Proportionszirkel auf die Anwendung von Proportionsfiguren zu schließen sei? Sehen wir uns die als Proportionszirkel benannten Geräte näher an:

1. Die von E. Mössel genannten Geräte sind Proportionszirkel — oder Verhältnis-, Umwandlungs- bzw. Reduktionszirkel, wie man sie auch nennt (Abb. 51, 1). Die Schenkel dieser Doppelzirkel sind paarweise gleich, aber

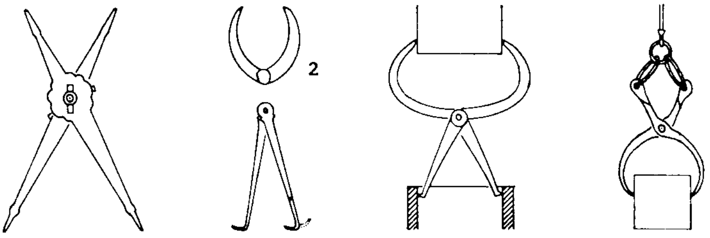


Abb. 51. Zirkel und Zange: 1. Reduktionszirkel aus Pompeji. — 2. Greifzirkel vom Grabaltar des Steinmetzen Cn. Cossutius Agathangelus. — 3. Tastzirkel aus Pompeji (der rechte Schenkel besitzt ein Gelenk, damit auch die beiden Zirkelenden, sobald der Zirkel geschlossen wird, zusammengelegt werden können). — 4. Greif- und Tastzirkel. — 5. Zange.

unterschiedlich lang, weshalb sich die beiden Zirkelöffnungen in jeder Stellung des Zirkels zueinander verhalten wie die Längen der ungleichen Arme. An 4 solchen Zirkeln — teils antiken Stücken, teils modernen Nachbildungen — hat Mössel die Länge der Schenkel gemessen[345]: Der Zirkel des Museo Nazionale in Neapel[346] gibt das Verhältnis des goldenen Schnitts (mit einem Fehler von $\pm$ 0,2 mm), der Zirkel des Thermenmuseums in Rom gibt das Verhältnis 9 : 5 (mit einem Fehler von $\pm$ 0,1 mm), die unterschiedlich großen Zirkel im Deutschen Museum in München geben beide das Verhältnis 2 : 1 (beide ohne meßbaren Fehler).

Die antiken Zirkel haben ein feststehendes Gelenk. Sie sind somit auf ein feststehendes Verhältnis der Zirkelöffnungen angelegt. Seit dem 16. Jh. — die Erfindung wird Leonardo zugeschrieben — wurden diese Zirkel auch mit versetzbarem Gelenk hergestellt (Abb. 52). In dieser verbesserten Form sind sie bis heute in Gebrauch.

Wo es gilt, eine vorliegende Zeichnung punktweise nochmals in geringeren Abmessungen aufzutragen, benützt man einen solchen Zirkel mit Vorteil, denn das Erfassen der Ausgangsmaße, deren Umwandlung in die Endmaße und die Größenangabe der Endmaße erfolgt „automatisch“ dank der Konstruktion des Zirkels. Mit dieser Konstruktion ist der mögliche Spielraum einer Verkleinerung auf etwa 10 : 1 begrenzt. Mit dem Reduktionszirkel eine Zeichnung zu vergrößern ist nicht ratsam, da die beim Abgreifen der Ausgangsmaße kaum vermeidbare Ungenauigkeit ebenfalls vergrößert würde.

Was hätte ein gotischer Architekt mit einem Reduktionszirkel ausrichten können? Die Maße einer Bauzeichnung auf die in der Steinmetzhütte und an der Baustelle benötigten natürlichen Größen zu bringen, war ihm mit diesem Zirkel nicht möglich. Dagegen hätte er auf seinem Reißbrett z. B. die Breite

345) *Mössel* 1931, S. 151f.

346) Inv. Nr. 76 684, nach *Overbeck* im Pompeji unweit der beiden Theater in der Werkstatt eines Steinmetz-Bildhauers 1795/98 gefunden (*Overbeck—Mau* 1884, S. 28, 383, 460). Vgl. auch *R. Cagnat* et *V. Chapot*, Manuel d'archéologie romaine, Paris 1916—20, Bd. 2, S. 701.

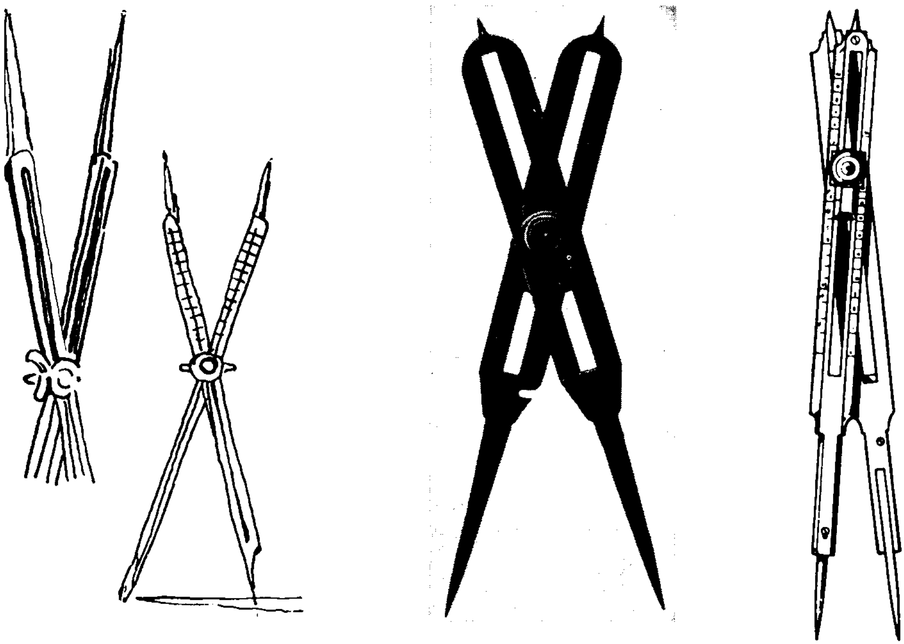


Abb. 52. Reduktionszirkel mit versetzbarem Gelenk: 1. nach Leonardo. — 2. Exemplar der Albertina. — 3. Moderne Ausführung.

und die Länge eines Raumes oder die Breite und die Höhe einer Türe nach dem im Zirkel vorgegebenen Verhältnis in Proportion setzen können. Verglichen mit dem, was eine Proportionsfigur zu leisten vermag — man erinnere sich der Proportionierungen des Freiburger Münsterturmes — wäre dies ein bescheidenes Unterfangen. Unterstellen wir mit Mössel[347]), mit diesem Zirkel in der Hand könne man eine Proportionsfigur konstruieren — welch umständliches, zeitraubendes und ungenaues Arbeiten wäre dies, verglichen mit dem „normalen" Vorgang, eine solche Figur zu zeichnen.

Eine weitere Überlegung: Über einem Grundmaß werde eine bestimmte Proportionsfigur auf dem Reißbrett entwickelt; danach solle dieselbe Proportionsfigur über dem Grundmaß an der Baustelle ausgetragen werden. Die Größe der Proportionsfigur ist beide Male von der gewählten Größe des Grundmaßes abhängig. So kann man, wenn die Reißbrettfigur auf die Baustelle übertragen wird, sehr wohl von einer „automatischen" Vergrößerung sprechen. Auch der genannte Zirkel liefert die Verkleinerung (bzw. Vergrößerung) der Ausgangsmaße dank der Zirkelkonstruktion „automatisch". Aber die eine Automatik hat mit der anderen Automatik ursächlich nichts zu tun. Das zwischen beiden vermittelnde tertium comparationis ist rein verbaler Art: auf der einen Seite die „Proportions"-Figur, auf der anderen Seite ein Gerät, dem man mehrere Namen, darunter den mißverständlichen Namen „Proportions"-Zirkel gegeben hat.

347) *Mössel* 1938, S. 47.

Der Reduktionszirkel ist mir in einer mittelalterlichen Darstellung bisher nicht begegnet. Gleichwohl möchte ich annehmen, er sei dem gotischen Architekten nicht unbekannt gewesen. Dies zur Begründung:

Im frühen 16. Jh. hat ein Unbekannter den Aufriß des Ulmer Münsterturms, den Moritz Ensinger um 1470 entworfen hatte, in $^1/_4$ der Originalgröße kopiert[348]). Man muß die Kopie mit dem Original verglichen haben, man muß zudem selbst einmal versucht haben, einen gotischen Riß wenigstens im Ausschnitt zu kopieren um zu ermessen, welche Achtung man der subtilen Arbeit dieses Kopisten schuldet. Wie ist er wohl vorgegangen? Hat er am Original Maß für Maß mit dem Lineal gemessen, hat er den gemessenen Wert jeweils durch 4 geteilt und das Ergebnis wiederum mit dem Lineal auf seinem Reißbrett angetragen? Ein Reduktionszirkel hätte ihm erlaubt, das Ergebnis solch ermüdenden, letztlich langweiligen Messens und Rechnens rascher, mit geringerer Mühe und zudem mit größerer Genauigkeit darzustellen. Wäre ihm der Reduktionszirkel unbekannt gewesen, hätte er ihn für dieses Vorhaben erfinden müssen — ohne an Proportionsfiguren zu denken.

2. Eine zweite Form des Zirkels war der Antike ebenfalls bekannt, der Greifzirkel (Abb. 51, 2). Mit seinen gebogenen Armen kann er den Durchmesser zylindrischer Körper oder andere Strecken abgreifen, die dem Stechzirkel oder dem Zollstock nicht zugänglich sind. Ein Gegenstück des Greifzirkels ist der Tastzirkel. Er ist geschaffen, Hohlmaße abzugreifen (Abb. 51, 3). Beide Zirkel lassen sich mit Vorteil zu einem Doppelzirkel vereinigen (Abb. 51, 4)[349]). Haben nämlich die 4 Zirkelenden von der Gelenkmitte denselben Abstand, verhalten sich die Zirkelöffnungen bei jeder Stellung des Zirkels wie 1 : 1, d. h. der Abstand der einem Gegenstand anliegenden Zirkelenden läßt sich zwischen den freien Zirkelenden messen.

Die Vereinigung von Greif- und Tastzirkel ergibt, wie gesagt, einen Doppelzirkel. Auch der Reduktionszirkel ist ein Doppelzirkel. Dennoch läßt sich das Gerät, das Kletzl (1941, Abb. 2; entsprechend unsere Abb. 51, 4) als Reduktionszirkel ansprach, mit den Aufgaben einer Proportionierung auf keine Weise in Verbindung bringen. Wie soll man denn mit Zirkelarmen proportionieren (oder reduzieren), die zum Greifen und zum Tasten geschaffen sind, mit Zirkelenden, die auf der einen und auf der anderen Seite des Zirkels jeweils den gleichen Abstand haben[349a])?

[348]) *Friederich* 1962, S. 19, Taf. 4—6. Die Kopie ist seit 1945 verschollen.

[349]) Ein Greifzirkel, ebenso ein Greif- und Tastzirkel sind dargestellt in *Rivius* 1548, hier Abb. 46.

[349a]) *Kletzl* 1941 (Bauhüttenkunst), Abb. 2: „Reduktionszirkel für Hohl- und Säulenmaße, 16. Jh. (Privatbesitz)" ist identisch mit *Bernt* 1939, Abb. 162: „Greifzirkel für Licht- und Außenmaße von Zylindern, geätzt, deutsch E. 16. Jh., 11 cm lang, Privatbesitz. Auch Dick- und Hohlzirkel genannt; Feinmechanikerwerkzeug, besonders für Uhrmacher". *Kletzl* hatte die Gabe, diesen Zirkel ohne Erwähnung der Quelle abzubilden, dieses 11 cm lange Uhrmacherzirkelchen dem Architekten zur Ermittlung von „Säulenmaßen" in die Hand zu geben, diesen „Dick- und Hohlzirkel" in „Proportionszirkel" umzutaufen und den neuen Namen als Argument einer geometrischen Proportionierung gotischer Baukunst anzubieten.

3. Auf der Grabplatte des 1263 verstorbenen Hugo Libergier — er war der erste Architekt der Abteikirche S. Nicaise in Reims, eines hochgezüchteten, bis ins letzte durchdachten Bauwerks der ausgehenden Klassik, das in der französischen Revolution zugrunde ging — fand Kletzl einen Proportionszirkel abgebildet, der außer seinen langen Zirkelarmen über den Drehpunkt hinaus im Gegensinn gewendete kurze Zirkelarme besitzen soll. Wer dieses Gerät unbefangen betrachtet (Abb. 50), wird ein Paar abgewinkelter Arme erkennen, die an ihrem einen Ende im Gelenk zusammengefaßt sind und am anderen Ende in Spitzen auslaufen; ein zweites Schenkelpaar ist nicht vorhanden. Dies ist kein Doppelzirkel, mithin kein Proportionszirkel.

In grundsätzlich derselben Form findet sich dieses Gerät häufig abgebildet (Abb. 53)[350]). In der Literatur heißt es Zange, Greifzange, Greifklaue oder Hebeklaue[351]). Aber die Zange — dies scheint die alte Bezeichnung zu sein[352]) —, mit der der Baukran die Quader faßte und anhob, braucht unvermeidlich zwei Schenkelpaare (Abb. 51, 5); überdies war die Zange so groß und so schwer, daß sie der Architekt unmöglich in der lockeren Hand halten konnte. Wozu mögen also die auf der Grabplatte des Hugo Libergier und anderswo gezeigten „Zangen" taugen?

Dies sind nichts anderes als Stechzirkel[353]), bei denen sich die zunächst seltsam anmutende Abknickung der Schenkel auf vernünftige Weise erklärt: Zirkelspitzen, die zur Unterlage senkrecht stehen, gewähren beim Abstechen die größte Sicherheit. Konstruiert man den Stechzirkel in der uns geläufigen Form mit geraden Schenkeln, d. h. mit Zirkelspitzen, die in den Schenkelachsen feststehen, erfreut man sich dieser Sicherheit nur bei geringen Zirkelöffnungen, denn je weiter der Zirkel geöffnet wird, um so mißlicher wirkt sich die Neigung der Zirkelspitzen aus; für beträchtliche Öffnungen ist ein so konstruierter Zirkel faktisch nicht verwendbar. Daher liegt nahe, den Schenkeln eine Krümmung derart zu geben, daß die Spitzen bei geringer Öffnung des Zirkels eine „verkehrte" Neigung erhalten; so stehen die Spitzen erst bei

---

350) Ebenso: Reims Kathedrale Westfromt, Salomo und sein Architekt (*Moreau-Nélaton* 1915, Taf. 66).

351) Eine Aufzählung solcher Benennungen würde von *Adler* (Zentralblatt der Bauverwaltung IV 1884, S. 77) bis zu *Gerstenberg* (1966, S. 182, 216) reichen.

352) Die Baurechnungen der Stiftskirche zu Xanten berichten 1437/38 von einer magna tenella ferrea ad trahendum cum craen lapides (*Wilkes-Rotthoff* 1957, Sp. 401). — Als in Nürnberg der Chor der Lorenzkirche errichtet wurde, notierte der Baurechner: Dem Smid Vlrich Hüffnagel ... Item 3 czangen außgespieczt, do man die stein mit hebt, zu lon 12 dn (*Gümbel* 1916, S. 351). — Das von St. Gallen gegründete Kloster Rorschach am Bodensee wurde 1489 abgebrannt. „Item aber verprennt einen costlichen ufzug, der in dem buw gestanden ist, mit vil costlichen möschinen, schiben und höltzinen schiben und viel costlicher seil und ein grosse ysne zang, damit die stein uffzogen hant, ..." (*Hardegger* 1864, S. 77). — Die Bauhütte des Aachener Münsters hat ihre Zange nach 1945 wieder benützt. Ein zweites Stück wird in der Burg Leuchtenberg gezeigt (Kunstdenkmäler Bayern, II Oberpfalz und Regensburg, Heft VIII BA. Vohenstrauß, Fig.42). Eine dritte Zange ist im Besitz der Domfabrik zu Florenz.

353) *Colombier* (1953, S. 132) bezeichnet den Zirkel des Hugo Libergier als „compas à branches croisées".

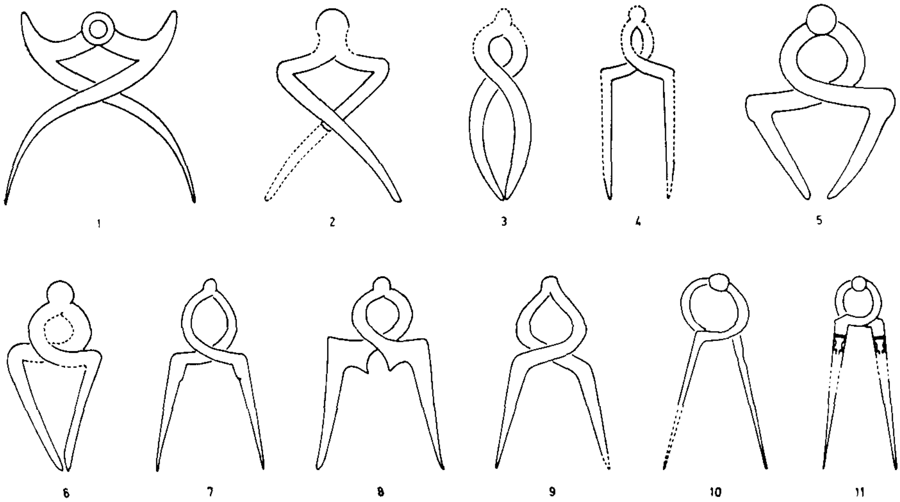


Abb. 53. Stechzirkel mit stark verkröpften Schenkeln: 1. Reims Kathedrale, Grabplatte des Meisters Hugo Libergier († 1263). — 2. Poitiers Kathedrale, Architekt im Dorsal des Chorgestühls (2. H. 13. Jh.). — 3. Reims Kathedrale, Salomo und sein Architekt in der Archivolte über der Rose der Westfront (2. H. 13. Jh.). — 4. Niederhaslach Stiftskirche, Grabplatte eines Sohnes des Straßburger Meisters Erwin († 1329). — 5. Prag Domchor, Büste des Mathias von Arras (um 1280). — 6. Köln Städt. Museum, Grabmal des Dombaumeisters Nikolaus van Bueren († 1445). — 7. Ulm Münster, Grabplatte des Münsterbaumeisters Matthäus Ensinger († 1463). — 8. Köln Dom, Grabmal des Dombaumeisters Konrad Kuyn († 1469). — 9. Siegel des Meisters Hans von Savoy (1477). — 10. Mainz Städt. Gemäldesammlungen, Bildnis des Meisters Moritz Ensinger (1482). — 11. Rivius 1548.

mäßiger Öffnung des Zirkels winkelrecht zur Unterlage und selbst bei recht großen Öffnungen tut der Zirkel noch immer seinen Dienst[354]). Dieser Vorteil ist mit einer Unbequemlichkeit erkauft: Der geschlossene, zum Gebrauch bereitliegende Zirkel beansprucht mehr Platz, als man ihm zubilligen möchte. Daher die nächste Überlegung, die Schenkel nur soweit zu kröpfen, daß sie sich bei geschlossenem Zirkel nicht mehr kreuzen. In dieser vereinfachten Form ist der verkröpfte Stechzirkel von der Mitte des 15. bis zur Mitte des 16. Jh. häufig abgebildet worden (Abb. 54).

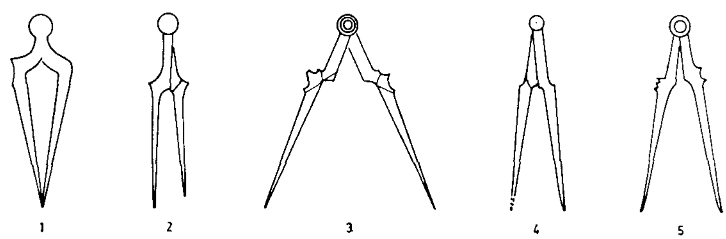


Abb. 54. Stechzirkel mit mäßig verkröpften Schenkeln: 1. Schwäbisch Hall St. Michael, Heinrich der Barlierer (1456). — 2. Berchtesgaden Schloß, Werkmeister, Wangenbüste vom alten Chorgestühl der Klosterkirche Weingarten (um 1480). — 3. Cesariano, Querschnitt A des Mailänder Domes (1521). — 4. Holzschnitt des Hans Weiditz (vor 1522). — 5. Rivius 1548.

354) Wir erzielen heute denselben Vorteil mit Gelenken, die in die Schenkel oberhalb der Zirkelspitzen eingefügt sind.

Seit dem späteren 15. Jh. hat man aber — wohl der genannten Unbequemlichkeit und zugleich des Aussehens wegen — auf die Verkröpfung der Schenkel völlig verzichtet; man kehrte also auf die ursprüngliche, nie ganz vergessene Form der geraden Schenkel zurück und behielt sich dabei nur vor, mit einer ornamentalen Verstärkung an die Stelle der einstigen Verkröpfung zu erinnern (Abb. 55).

Mit jedem dieser mittelalterlichen Stechzirkel konnte man auf dem Reißbrett genauso Maße teilen oder Maße übertragen, wie man heute Maße mit dem Stechzirkel teilt oder überträgt. Nun behauptet man, mit dem Stechzirkel könne man auch Proportionsfiguren austragen. Was heißt „können"? Solange nicht bewiesen ist, der Stechzirkel sei zu nichts anderem als zum Austragen von Proportionsfiguren tauglich, muß erlaubt sein anzunehmen, der gotische Architekt habe seinen Stechzirkel genauso benutzt, wie ihn jeder Architekt bis zum heutigen Tage benützt hat.

Zum Schluß: Die Reduktionszirkel, die Greif- und Tastzirkel und die mehr oder minder verkröpften Stechzirkel des Mittelalters liefern kein Argument, das glaubhaft machen könnte, der gotische Architekt habe die Voraussetzung des Entwerfens in der Anwendung einer Proportionsfigur gesehen.

C. Meßlatte und Zollstock

Die bereits genannten Äußerungen[355]) und die hier folgenden Zitate versichern übereinstimmend, die Meßlatte[356]) sei lediglich dazu benützt worden, das als Basis der Proportionsfigur dienende Grundmaß einzumessen. Genauer gesagt: Da alle Baumaße aus der Proportionsfigur zwangsläufig hervorgingen, habe kein Anlaß bestanden, nach Einmessen des Grundmaßes die Meßlatte ein weiteres Mal zu benützen, ja es sei — da die aus der Proportionsfigur hervorgegangenen Abmessungen, in der Maßeinheit ausgedrückt, irrationale Werte ergeben — völlig unnütz gewesen, nach erfolgter Festlegung des Grundmaßes die Meßlatte oder den Zollstock nochmals zur Hand zu nehmen.

Alhard von Drach 1897 (S. 7f.): „Das Entnehmen der Maße aus einer dazu geeigneten correkten „Visirung" und ihre Uebersetzung in ein landesübliches Werkmaß, wie es heutzutage geschieht, war überflüssig; ein Messen mit Maßstäben kam nur zur Anwendung,

---

355) S. 262—269.

356) Von der Meßleine, der Vorgängerin unseres Bandmaßes, sei hier nicht die Rede, da sich ihrer, wie es scheint, nur die Feldmesser, nicht die Architekten bedienten. Der Nürnberger Stadtbaumeister *Endres Tucher* äußerte sich ausführlich über die Meßgenauigkeit einer spätmittelalterlichen Meßleine (S. 284): „Von dem tagwerck seil. So hab ich, als ich paumeister worden pin, gefunden auf der Peunt (Bauhof) ein altz tagwerck seil, das gar von einem alten pauren, der vill jar darmit gemessen hat, der das der stat gegunt und übergeben ... (die Länge des Seiles ist nicht genannt. Ein Tagwerk mißt 320′ × 160′) ... Ob nun iemant an einem seil die leng nemen und abmessen wolt, so soll man des geflissen sein, das man die leut warn, die solichs begeren, das sie das Moß mit keinem newen seil nemen, es wer dann, das das in sunderheit darzu gemacht worden were, oder das das vor gar woll gestreckt und der trodel daraus komen were; dann es felet sust gar sere, das das seil auß einander geet und sunderlich, ob man damit messen wurd auf einer wisen oder acker, die naß oder darauf der taw lege, so geet das seil ser ein. in dem allen muß man sich versehen oder leut, die darvon ein meß nemen wolten, darvor warnen."

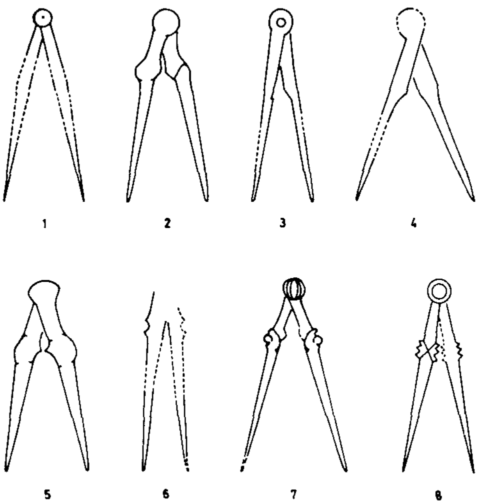


Abb. 55. Stechzirkel mit nicht verkröpften Schenkeln: 1. Basel Öffentl. Kunstsammlung, Bildnis des Meisters Jörg von Halsbach (um 1465/70). – 2. Pforzheim Schloßkirche, Büste des Meisters Hans Spryß von Zaberfeld (gegen 1475). – 3. Meister Eudes de Montereuil (Buchillustration 15. Jh.). – 4. Allegorische Darstellung der Geometrie (Holzschnitt 1471). – 5. Eichstädt Dom, Büste des Meisters Hans Paur (1497). – 6. Konstanz Rosgartenmuseum, Bildhauer, Wangenbüste aus St. Peter an der Fahr in Konstanz (um 1500). – 7. Dürer Melencolia I (1514). – 8. Rivius 1558.

wo nicht geometrisch construierte, sondern arithmetisch festgesetzte Längen erscheinen, also insbesondere bei àllen fundamentalen Linien, welche Triangulaturen und sonstigen Constructionen als Basis dienen. Selbstverständlich ist es, daß für solche Strecken die Maßzahl immer ganz sein wird und überdies meist von der Art, daß auch bei Halbirung, Drittelung usw. ganzzahlige Resultate entstehen.“

Ernst Mössel 1926 (S. 19f.): „Es erwies sich die Annahme als notwendig, daß bei der Anlage der Bauwerke stets von einem ersten Maß oder Grundmaß ausgegangen wurde, aus welchem dann alle weiteren Maße bis in die Einzelheiten hinein geometrisch abgeleitet sind ... Freilich muß dabei ... immer mit derjenigen Maßeinheit gemessen sein, welche der Bauausführung tatsächlich zugrunde liegt.“

Otto Kletzl 1936 (Freiburg S. 20): „Grundmaße sowohl als auch Schlußmaße spätmittelalterlicher Planungen treten bei Umrechnung in das orts- und zeitübliche Längenmaß erwiesenermaßen häufig in runden Zahlen auf.“

Otto Kletzl 1939 (S. 16f.): „... auch die Bauzeichnungen der Gotik sind in bestimmten Maßverhältnissen gezeichnet. Diese Verhältnisse entwickeln sich hier ... so sicher aus geometrisch fundierten Regeln, daß in der Tat die unmittelbare Angabe eines einzigen Haupt- oder Grundmaszes genügte, um den einheitlich proportionalen Aufbau des Entwurfes in Grund- und Aufriß sowohl als auch im Querschnitt zu sichern. Solches Grundmaß konnte obendrein jeweils örtlichen Gegebenheiten frei angepaßt werden. Nur dieses Grundmaß also kann, nachkonstruiert, in jeweils üblichen Werkmaßeinheiten eine runde Zahl ergeben ... Aus der Rekonstruktion solch triangulierender Systeme läßt sich manchmal auch die orts- bzw. hüttenübliche Maßeinheit eines Grundmaßes zurückgewinnen.“ — (S. 19): „Rechtes Verständnis auch der nachträglich gewinnbaren Maßzahlen in Baurissen dieser Zeit kann nur erlangen, wer sich vor Augen hält, daß es sich hier mit einziger Ausnahme des Grundmaßes immer um Maße rein geometrischer Natur handelt. Um Maße also, die selbst bei Umrechnung in alte Fußeinheiten nur irrationale Ziffern ergeben können.“ — (S. 98): „Es ist geradezu ein Kennzeichen des Grundmaßes in einem Triangulations-System, daß es sich — nur dieses Maß allein — in orts- und zeitüblicher Maßeinheit auch arithmetisch genau wiedergeben läßt.“

Otto Kletzl 1941 (Straßburg S. 19): „... ist in dieser Zeit auszugehen von der Annahme eines „Grundmaßes“. Dieses arithmetische Grundmaß, das aber nur in der damals geltenden Maßeinheit eine abgerundete Zahl ergeben kann, durfte ... frei gewählt werden.

Das an dieses Grundmaß sich anschließende Triangulationssystem, welches dann eine Reihe wichtiger Systempunkte als rein geometrische Maße liefern konnte, änderte sich dementsprechend automatisch."

Franz Geiger 1952 (S. 22): „Da überwiegend mit irrationalen Maßverhältnissen zu rechnen ist, ist nur beim Grundmaß ... eine ganze Fußzahl zu erwarten. Sie kann symbolisch bestimmt oder ihrer Teilbarkeit wegen gewählt sein oder einer Zahlenreihe (Goldener Schnitt, Bauzahlreihe) angehören."

Edgar Wedepohl 1967 (S. 226): „Es handelt sich um ein geometrisches figurales Verfahren, so daß bei der Dimensionierung die irrationalen Zahlenverhältnisse der Maße und Proportionen keine Schwierigkeit machen. Der Grundplan wird nicht durch arithmetische Berechnung festgelegt, sondern aus der in beliebigem Größenmaßstab gezeichneten Entwurfsfigur durch ein Schnurgerüst auf den Reißboden oder den Bauplatz übertragen. Zur Bestimmung der wirklichen Größe, das heißt der Dimensionierung, ist nur eine einzige Zahl nötig, nämlich die Länge des Grundmaßes."

So begründet wäre an der Baustelle die Meßlatte zwar nicht zu entbehren, aber Schnur und Pflock, mit deren Hilfe die Proportionsfigur und in ihr die Vielzahl geometrischer Maße darzustellen wären, stünden in einem weit höheren Rang und wären für das Vorgehen des Architekten demnach weitaus bezeichnender. So müßte uns der Architekt in den Bildquellen mit Schnur und Pflock regelmäßig, mit der Meßlatte höchstens ausnahmsweise entgegentreten.

Doch dem ist nicht so. Mit Schnur und Pflock ist der mittelalterliche Architekt, soweit ich sehe, nie dargestellt worden, mit der Meßlatte in der Hand dagegen häufig[357]). Hier einige Beispiele:

Die illustrierten Handschriften der Psychomachia — dieses epische Gedicht des Prudentius, das den Kampf der Tugenden und Laster schildert, wurde nicht nur in den Schulstuben des Mittelalters gerne gelesen — erläutern das Bemühen der Tugenden, nach errungenem Sieg einen Tempel zu bauen, auf zweierlei Art[358]). Nach der einen halten Concordia und Fides die als aurea arundo (Rohr, „Rute") bezeichnete Meßlatte gemeinsam (Abb. 56), nach der anderen führt Concordia die Meßlatte allein, während Fides, die einen Stab als Zeichen ihrer Würde trägt, mit erhobener Hand ihre Anweisungen gibt (Abb. 57)[359]). — Hugo Libergier umgreift eine Meßlatte, die 7 Skalenstriche

357) Auf eine Zweifelsfrage sei hingewiesen: in einer solchen Darstellung die Skala einer Meßlatte anzudeuten, war einem Maler oder Bildhauer nur möglich, wenn die Meßlatte in entsprechender Größe abzubilden war. Ist in der Abbildung eine Skala nicht erkennbar, mag man zweifeln, ob eine Meßlatte oder ob ein Richtscheit (oder eine Setzlatte) dargestellt sei. Da mag der Querschnitt des Stabes — ein dünner Stab ist nur als Meßlatte brauchbar — oder die Absicht, welcher der dargestellte Stab dienen soll, den Ausschlag geben. — „Wenn der Meister mit dem Richtscheit nachmaß und grübelte", dachte er gewiß darüber nach, weshalb er in der Absicht zu messen das dazu untaugliche Richtscheit und nicht die Meßlatte benützen wollte. Hoffen wir, dieser geistesabwesende Meister verwechsle sein Richtscheit nicht auch noch mit dem Winkelmaß (so *Gerstenberg* 1966, S. 18, 202).

358) *Stettiner* 1905, Taf. 14; 26,3; 200,14 bzw. Taf. 176,12; 191,17.

359) Mit einer auffallend schlanken Meßlatte hantiert Pallas in einem Fragment der Satyrae de septem artibus liberalibus des Marcianus Capella (Wien Staatsbibl. Cod. 177, um 1000. *J. H. Hermann,* Die frühmittelalterlichen Handschriften des Abendlandes, Leipzig 1923, Abb. 125).

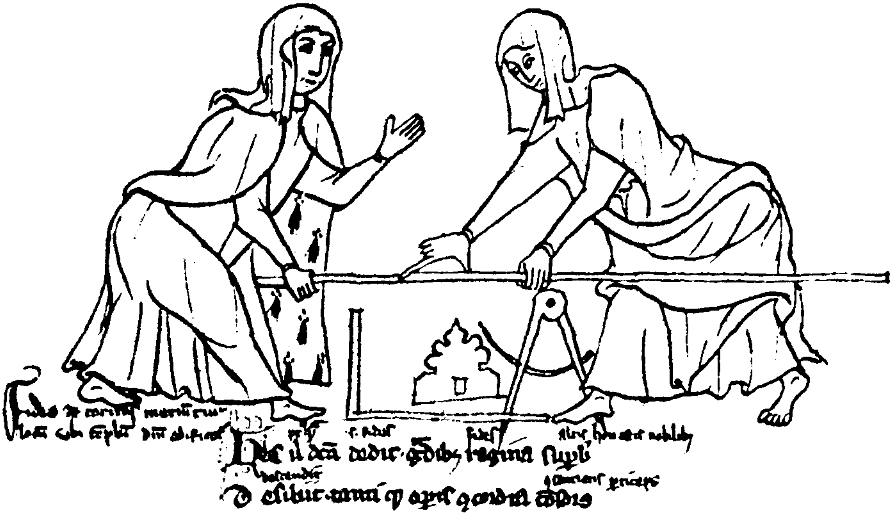


Abb. 56. Concordia und Fides vermessen den Grundriß des Tempels (aus einer Handschrift der Psychomachia des Prudentius, 1289).

aufweist (Abb. 50). — Ein Farbfenster der Abteikirche S. Germer zeigt den Bauverwalter im Gespräch mit dem Architekten, der einen kurzen Maßstab in der Hand hält[360]). — In der Légende de S. Denis bespricht sich die Stifterin des Kirchenbaues mit ihrem Architekten, der in seiner Linken den Maßstab führt und mit der Rechten auf die am Dachstuhl tätigen Zimmerleute weist[361]). — Auf einem im Arras oder in Tournai geknüpften Wollteppich wendet sich Karl der Große als Bauherr der Aachener Pfalzkapelle an den Baumeister, der eine Meßlatte trägt[362]). — Auf einer Konsole in der Burg Friedeck (Oberschlesien) sind jugendliche Werkleute mit ihren Geräten dargestellt; unter ihnen einer, der ein Lot und einen langen Stab hält[363]). — In einem Wandgemälde der Wenzelskapelle des Prager Domes erscheint Benedikt Ried mit einer Meßlatte in der Hand[364]). — Tom Ring hat einen Unbekannten portraitiert, der sich mit Zirkel, Schablonen und einem in 8 × 5 Einheiten aufgeteilten Lineal als Architekt ausweist[365]). — In bildlichen Darstellungen des Zollstocks sind die Maßeinheiten gelegentlich nicht mit Skalenstrichen, sondern mit säge-

[360]) 2. H. 13. Jh. (*Colombier* 1953, Fig. 5).

[361]) 14. Jh.; Paris Bibl. nat. fr. 2092 (*Brandt* 1927, Abb. 402; *Colombier* 1953, Taf. X, 17; *Gimpel* 1958, S. 107).

[362]) 3. V. 15. Jh. (Ausstellung Karl der Große, Aachen 1965, Katalog Nr. 758).

[363]) Um 1500 (*Heideloff* 1852, Heft 23, Taf. 5, Abb. f).

[364]) A. 16. Jh. (*Gerstenberg* 1966, S. 219). Als Richtscheit ist diese Latte nicht verwendbar, denn sie endet mit einem Knauf, der über beide Längskanten der Latte hinausreicht.

[365]) 1. H. 16. Jh.; Berlin-Dahlem Staatl.-Museen (*Kletzl* 1941, Bauhüttenkunst, Abb. 1. — *Grote* 1966 (2. Auflage), Abb. 4).

Abb. 57. Die Tugenden errichten den Tempel (aus einer Handschrift der Psychomachia des Prudentius, 10. Jh.).

zahnähnlichen Einschnitten markiert. So beim esscandelon des Nachfolgers von Villard de Honnecourt[366] und beim Maßstab eines Meisters im Chorgewölbe des Berner Münsters[367].

In den Bildquellen begegnen wir der Meßlatte und dem Zollstock weit häufiger als nach der beiläufigen Rolle, die ihnen die These zudachte, zu erwarten wäre. Auch die Schriftquellen nennen diese Geräte nicht selten; sie berichten überdies vom Vorgang und — wovon später zu reden ist — vom Ergebnis der Längenmessung. Auch dafür einige Beispiele:

Abt Petrus begann im Jahre 1164, die Friedhofsmauer seines Klosters Andres aufzuführen. Als ein homo malitiosus den Fortgang der Arbeiten hinderte, ließen die Handwerker die Baustelle im Stich. Nun ging der Abt seinen Mönchen, den Konversen und einigen Frauen voraus an die Baustelle, maß die Steine mit der Latte bzw. mit dem Zollstock, lud sie auf einen Wagen und spornte so die anderen durch sein Beispiel an[368]. — Als Graf Arnold von Guines gegen 1200 seine Burg Ardres zu errichten begann, hatten die Arbeiter und die Zuschauer ihr Vergnügen an den Hantierungen des im Vermessen hoch-

[366] esscandelon ist nfrz. échelon Maßstab, Zollstock. (*Hahnloser* 1935, Taf. 39c, d, p; 40g; S. 105, 112, 117).

[367] 1510/20 *Gerstenberg* 1966, S. 73).

[368] ... cum ligno vel virgula geometrica lapides metiens ... (*Mortet* 1911, S. 390).

erfahrenen Grabenmeisters Simon, der mit seiner Meßlatte sachgemäß vorging, auch da und dort das schon in Gedanken vorgestellte Werk nicht mit der Meßlatte, sondern nach Augenmaß einmaß. Die mit Maßzahlen rechnenden Meister gingen den Bauarbeitern voraus[369]. — Nicolas de Biard predigte im Jahre 1261: „Die Architekten mit Meßlatte und Handschuhen in Händen sagen den anderen: „Hau mir den Stein so zu". Im übrigen tun sie nichts und erhalten dennoch mehr Lohn"[370]. — Der Rechnungsführer der Mailänder Dombauhütte notierte zum 9. Juni 1389 die Auslagen für 2 Meßlatten, mit denen zum Vorteil des Baues gehörig zu messen war. Die eine Meßlatte war für den bauleitenden Architekten Nicola de Bonaventuris, die andere für den ersten Zimmermeister Tavannino de Castroseprio bestimmt[371]. — Die im

---

369) Quem enim, ... tam doctum geometricalis operis magistrum Symonem fossarium, cum virga sua magistrali more procedentem, et hic illic jam in mente conceptum rei opus non tam in virga quam in oculorum pertica geometricantem ... non delectaret aspicere? ... preeuntibus semper operis magistris et geometrice scrupulantibus (*Mortet-Dechamps* 1929, S. 190f). — Den Verlauf der künftigen Zingelmauer einer Burg unmittelbar im Gelände anzugeben, dürfte vernünftiger sein als das Gelände zu vermessen, eine „Karte" zu zeichnen, auf ihr den Verlauf der Zingelmauer festzulegen und diese Festlegung ins Gelände zurück zu übertragen. Die mit Maßzahlen rechnenden Werkmeister (operis magistri geometrice scrupulantes) haben offenbar die Wohn- und Wirtschaftsbauten der Burg mit der Meßlatte (virga magistralis) eingemessen. Daß man ohne Riß gebaut habe (*Booz* 1956, S. 69), möchte ich diesem Bericht nicht entnehmen.

370) Magistri cementariorum, virgam et cyrothecas in manibus habentes, aliis dicunt: „Par ci me le taille" et nihil laborant; et tamen majorem mercedem accipiunt (*Mortet-Deschamps* 1929, S. 291).

371) Pro passis duobus, quorum unus consignatus fuit mag(istro) Nicolao de Bonaventuris inzignerio, et alius Tavannino de Castroseprio magistro a lignamine, pro mensurando opportune pro fabrica, s. 8 (Annali App. I, 85). — Der passus, in der Antike die Hälfte der decempeda genannten Meßlatte der Feldmesser, wird in den Protokollen und Abrechnungen der Mailänder Hütte als Maßeinheit nicht genannt. In Treviso, Bologna, Triest, in Venedig und auch im Kirchenstaat hielt der passus 5 Fuß (*Rumler* 1849, S. 50, 52, 64. — *Noback* 1851, S. 136, 1250). Demnach ist hier unter passus ein Maßstab pro mensurando opportune pro fabrica zu verstehen der in jenen Einheiten — braccia und oncie — geteilt war, die in den Niederschriften der Hütte häufig erwähnt sind. — *Paul Frankl* versuchte 1945, die Arbeitsweise der Mailänder Dombaumeister auf sublime Art zu erklären: Zu Baubeginn — auch später gelegentlich, jedoch nicht ständig — habe man in Fuß (foot) gemessen; der Zollstock (yardstick) sei unbekannt gewesen, doch habe sich dieser Mangel mit Anwendung der (1925 von *Bernhard Koßmann* erfundenen) „großen Einheit" (great unit) wett machen lassen; angesichts solcher Voraussetzungen hätten die Meister mit den ihnen bekannten Proportionsfiguren operiert (S. 49f Given the knowledge that the lack of the yardstick made a method necessary to translate sketches into working size, ... But the mediaeval architect had to choose measurements which his masons could execute without yardstick ... In summarizing we may say that the proportion was used as a practical device to compensate for the lack of the yardstick. — S. 51 ... the great unit supplemented the lack of the yardstick only insofar as it gave the architect and parlier a convenient measure. (The conventional measure of the foot had to be used at the beginning of the work and possibly sporadically during the construction, but not continually). — S. 59 The mediaeval mason used whichever key figure he was taught, because he had no yardstick, ...).

Jahre 1462 erlassene Steinmetzordnung von Rochlitz sah vor, daß jeder Geselle eine Buße zahle, der mit einem „maßbret“ (Schablone) oder dem „winkelmass“ nicht sachgerecht umgehe „oder sein mas lest anders an der stat die dazu geordnet ist“[372]. — Endres Tucher berichtet in seinem Baumeisterbuch der Stadt Nürnberg, in der Absicht, die Lohnzahlung zu vereinfachen, habe man Büchsen bereitgestellt, die je nach Beruf und Stellung der Lohnempfänger ein Kennzeichen trugen. Das Kennzeichen der Zimmergesellen war ein Beil, das der Zimmermeister „zwai peihel und ein moßstabe“, entsprechend das Kennzeichen der Steinmetzgesellen eine Steinaxt (Fleche), das der Steinmetzmeister „zwai steinext und ein moßstab“[373]. — Tucher berichtet weiter, Quader würden nach Maßeinheiten hergestellt und würden bei der Abnahme nach diesen Einheiten geeicht, d. h. vermessen. Genauso seien die Maße der Backsteine, die man zu Gewölben braucht, festgelegt[375]. — Auf einer nicht datierten Meistertafel der Steinmetzen zu Basel waren die vier wichtigsten Geräte der Steinmetzen — Zirkel, Winkelmaß, Maßstab und Waage — jeweils mit einem Zweizeiler genannt. Da hieß es:

„Der Mosstab hat Kunst manigfalt,
Wirt auch gebrucht von jung und alt“[376]

Wie diese Nachrichten bezeugen, wurden Meßlatte oder Zollstock (Stab, Maß, Maßstab, virga, pertica, passus, lignum) im Steinbruch und bei der Abnahme der Quader genauso gebraucht wie in der Ziegelhütte. Der Geselle hatte seinen Maßstab zur Hand, der Meister ebenso, genauso der Architekt — der Maßstab wurde „gebraucht von jung und alt“. Von einem Grundmaß, das als das einzige Maß eines Bauwerks mit dem Maßstab festgelegt worden sei und von Figuren, die jedes weitere Messen überflüssig gemacht hätten, wissen diese Nachrichten nichts. Sollten die Steinbrecher und die Ziegler, die Gesellen, die Meister und die Architekten dennoch immerzu die in einer Proportionsfigur bereits festgelegten, auf die Skala des Maßstabes bezogen irrationalen Werte gemessen haben?

Zwei Baunachrichten mögen folgen. Die eine berichtet von der Vollendung des Westbaues der Stiftskirche zu Xanten: Der zum Baumeister bestimmte Konrad (von Cleve) und der Zimmermeister Wilhelm bestiegen im Herbst 1375 mit dem Baupfleger zusammen den südlichen Westturm der Stiftskirche, um an Ort und Stelle den Bau des letzten Turmgeschosses und das Aufrichten

---

372) *Stieglitz* 1834, Bd. 2, S. 124. — *Heideloff* 1844, S. 53.

373) *Tucher* (*Lexer* 1862) S. 66.

374) ebenda S. 84: „So steet außen an dem rathaus ... ein eissen in die maurren gemacht, das hat die leng von einem quader, und das selb eissen halbs ist die dicken und preitten eines quaders ..., darnach man dan die quader prechen und eichen soll. desselben eissens leng der stat meister an einem stab haben soll, wenn er die stein eichen will der stat.“

375) ebenda S. 259: „Man hat voren am rathaus ... dren eissen in die maur gemacht: das ein eissen ist die leng von der ellen der stat hie, das ander und das lenger under den dreien eissen ist auch die leng eins quaders, das dritt ist die größ noch der prait und nach der leng eines gewelb zigelsteins.“

376) *Stieglitz* 1820, Anm. 96.

des Turmhelms zu bereden. „Konrad nahm die nötigen Maße für seinen Riß", reiste nach Cleve zurück und übersandte von dort seinen Riß, der den Bauarbeiten der Jahre 1378—80 zugrunde lag[377]). — Die andere Nachricht bezieht sich auf den Nordturm des Wiener Stephans-Domes, dessen Bau zu fördern man im Jahre 1515 Meister Gregor Hauser aus Freiburg i. Br. nach Wien berufen hatte. Der Chronist berichtet, Hauser sei am Bau oftmals auf- und abgestiegen um zu „messen"[378]).

Die beiden Architekten fanden ein unvollendetes Bauwerk vor, das sie weiterführen sollten; beide machten sich die Mühe, am Bestehenden Maße zu nehmen[379]). Weshalb? Die These behauptet doch, aus dem Grundmaß seien alle Baumaße eindeutig und mit der größten Genauigkeit hervorgegangen und überdies habe dieses Maßverfahren, das unter dem Siegel des Hüttengeheimnisses jedem Meister bekannt gewesen sei, die vorbestimmte Gestaltung des Bauwerks über lange Bauzeiten und selbst über Bauunterbrechungen hinweg sichergestellt. Weshalb griffen Konrad (von Cleve) und Gregor Hauser dennoch zu Meßlatte und Zollstock? War etwa das die Bauarbeiten lenkende Grundmaß samt der zugehörigen Proportionsfigur an beiden Baustellen in Vergessenheit geraten? Mag sein — aber weshalb überzeugten sich die beiden Architekten von der Länge des Grundmaßes nicht dort, wo man das Grundmaß eines Turmes zu suchen pflegt, am Fuß des Turmes nämlich, sondern stiegen nach oben, um in der Höhe Maß zu nehmen? Wollten sie etwa aus den mit Meßlatte und Zollstock näherungsweise ermittelten irrationalen Meßwerten die Proportionsfigur und aus dieser das Grundmaß zurückgewinnen? Wenn ja — wie sollte das geschehen, wo sich doch eine Proportionsfigur am Bauwerk mit der Meßlatte unmöglich ermitteln läßt? Die beiden Architekten könnten schrittweise vorgegangen sein, indem sie zunächst, den gemessenen Werten entsprechend, eine Bauaufnahme zeichneten und — wie die Adepten der These — aus der Bauaufnahme die Proportionsfigur abzuleiten suchten. Aber wie sollten sie in der Lage sein, diese Bauaufnahme zu zeichnen, wo ihnen doch, wie jedem Architekten der Gotik — laut These — die Kunst des maßstäblichen Zeichnens unbekannt war? Man wird erwidern, diese Bauaufnahmen seien genauso gezeichnet worden, wie jeder Entwurf: In Unkenntnis des maßstäblichen Zeichnens habe der Architekt zunächst das Grundmaß angetragen, habe dann über dem Grundmaß die Proportionsfigur entwickelt und habe schließlich mit Hilfe der Proportionsfigur die Bauzeichnung hergestellt. Schön und gut — derart mag man sich die Entstehung einer Entwurfszeichnung

[377]) *Beissel* 1889, 1. Teil, S. 118.

[378]) *Johannes Cuspinianus*, Austria, Basel 1553, S. 66: „ut saepe qui ascendit et descendit insignis lapicida huius templi Architectus magister Gregorius Hauser ex Friburgo mensuravit". (*Kletzl* 1936, Freiburg, S. 35. — *Velte* 1951, S. 31).

[379]) Die Xantener Baurechnungen des Jahres 1378/79 vermerken eine Zahlung an den mehrfach genannten Zimmermeister Theoderich Winkelman: It. pro expensis Winkelman et sociorum suorum vocatorum ad concordandum de mensura operis cum lapicida 3 sol. (*Wilkes-Rotthoff* 1957, Sp. 104). — In einem Grundriß des Straßburger Münsterturms hat sich Ulrich von Ensingen etliche Maße des Baubestandes notiert. Von diesen in Schuh und Zoll genannten Maßen wird an anderer Stelle die Rede sein.

vorstellen können. Aber wie soll man nach diesem Verfahren eine Bauaufnahme auftragen, wenn das in Vergessenheit geratene Grundmaß und die verloren gegangene Proportionsfigur als Voraussetzung der Aufnahmezeichnung zunächst anzureißen sind?

Die Verfechter der These stehen miteinander in Widerspruch: Die einen behaupten, der Architekt habe die aus der Proportionsfigur hervorgehenden irrationalen Werte an der Baustelle säuberlich verwirklicht. Ihnen sind wir bis dahin gefolgt. Die anderen meinen, der Architekt habe an der Baustelle mit rationalen, den Maßen der Proportionsfigur nahekommenden Werten gearbeitet. Machen wir uns diese Meinung für den Augenblick zu eigen — wir werden auf sie zurückkommen —, hätten Konrad (von Cleve) und Gregor Hauser etwa in der Absicht festzustellen, ob die Bauausführung vom seither maßgeblichen Riß an dieser oder jener Stelle abgewichen sei, am Bau in Fuß und Zoll gemessen. Mißt man aber am Bau in Fuß und Zoll, kann man mit entsprechend kleineren Einheiten auch am Reißbrett messen, d. h. man ist in der Lage, maßstäblich zu zeichnen. Eine der tragfähigsten Stützen der These — die Behauptung, der Architekt habe mit Grundmaß und Proportionsfigur allein deswegen vorgehen müssen, weil er nicht in der Lage war, maßstäblich zu zeichnen — gerät damit ins Wanken.

Fassen wir zusammen: Die Bildquellen und die Schriftquellen sind sich einig in der Aussage, nicht Pflock und Schnur, sondern Meßlatte und Zollstock seien für die Tätigkeit des Architekten bezeichnend. Keine Quelle berichtet, der Architekt habe im Vertrauen auf die Leistungen einer Proportionsfigur lediglich ein Grundmaß eingemessen. Die Quellen versichern vielmehr, der Architekt habe — nicht anders als der Handwerker — seinen Maßstab bei jeder Gelegenheit zur Hand gehabt.

So sprechen Meßlatte und Zollstock gewiß nicht für — eher gegen — die Behauptung, in der Gotik habe man Grundmaß und Proportionsfigur als die Voraussetzungen des Entwurfs und der Ausführung eines Bauwerks angesehen.

D. Bodenzirkel, Richtscheit und Reißboden

Man nehme ein Grundmaß und konstruiere über ihm eine Proportionsfigur. Diesem Grundsatz folgend spannte man Grundrisse, Schnitte und Aufrisse auf ein Reißbrett. Man proportionierte, der erwartete Erfolg stellte sich ein und mit ihm die Behauptung, genauso sei der gotische Architekt auf dem Reißbrett und auf der Baustelle vorgegangen[380]).

Den Querschnitt eines Langhauses, den Aufriß eines Turmes, kann man auf dem Reißbrett mit Lineal und Zirkel — bei beträchtlichen Abmessungen der Zeichnung mit dem Stangenzirkel — aufs bequemste mit jeder aus der Kreisteilung abgeleiteten Figur überziehen. Daß man dieselbe Figur, die an der Baustelle für dieses Langhaus oder diesen Turm die Vertikalmaße liefern soll, nicht wohl oberhalb der Fundamente in die Luft hängen könne, hat man,

---

380) Vgl. S. 262—269.

wie es scheint, erst seit den 30er Jahren bedacht. So stellte sich die Frage erneut, wie der gotische Architekt die an der Baustelle benötigten Maße aus der Proportionsfigur abgeleitet habe.

Daß man die Formglieder eines gotischen Bauwerks in ihrer natürlichen Größe auf dem Reißboden aufgetragen hat, ist lange bekannt. Sind diese Reißbodenzeichnungen wirklich, wie behauptet wird, aus Proportionsfiguren hervorgegangen?

Johann Knauth 1906 (S. 37): „Der Meister fertigte den Plan, der Parlier machte die Austragungen der Einzelheiten in natürlicher Grösse auf dem Reissboden, stellte darnach die Schablonen, sogen. Massbretter her und verteilte alsdann die Arbeit an den einzelnen Steinen unter die Gesellen, im Grossen und Ganzen dasselbe Verfahren, wie es heute noch in einem großen Regiebetrieb gebräuchlich ist." — (S. 40): „Je 12 bis 15 Gesellen war ein Parlier, Sprecher, vorgesetzt. Die von demselben anzufertigenden Aufreissungen der Einzelheiten in natürlicher Grösse zum Zweck der Anfertigung der Schablonen erfolgten auf dem sogenannten Reissboden ... Mit Hülfe der Schablonen oder Massbretter machte der Palier dem Gesellen die nötigen Aufrisse auf dem vorgearbeiteten Stein, eine Arbeit, für die heute noch der Ausdruck Abbretten besteht."

Otto Kletzl 1935 (S. 62): Reißböden sind in Schriftquellen mehrfach genannt, Reißbodenzeichnungen sind erhalten geblieben. „Ich behaupte nun, daß es praktisch unmöglich war, die oft in freien Kurven gehaltenen Architekturteile von solcher Größe ohne Zuhilfenahme einfacher Triangulationssysteme mit genügender Genauigkeit aus dem Hauptplane zu übertragen und darnach zu arbeiten. Auch das Instrument des Zirkels mußte ja bei solchen Formaten in ein Seil-Polygon aufgelöst werden."

Otto Kletzl 1937/38 (S. 21): Der Bodenzirkel diente „zum Übertragen und Prüfen der Maße auf dem Bauplatz".

Otto Kletzl 1941 (Straßburg S. 39): „Neben dem Reduktions-Zirkel war für die sehr großformatigen General-Pläne der Dombauhütten, für die Übertragung ferner ihrer Hauptproportionen auf den Bau selbst noch ein sehr großer Zirkel nötig, den man auch seiner Handhabung wegen als Boden-Zirkel bezeichnen kann."

Robert Branner 1963 (S. 130): "There are other reasons for the absence of project drawings prior to the thirteenth century. The ground-plan, for example, was probably thought out in his head by the architect and then laid out at full scale on the ground, so that the intermediate stage of a small-scale drawing was unnecessary. It is likely that Jean d'Orbais, who was represented in the labyrinth of Reims Cathedral tracing a plan with a great compass, actually laid out the plan of the chevet at full scale in some such manner." (vgl. Abb. 58)

Wie steht es nun mit den Proportionsfiguren in der Reißbodenarbeit? Betrachten wir zunächst die auf dem Reißboden benützten Geräte.

Bodenzirkel haben wir seit dem 13. Jh. in Nachbildungen, seit dem 17. Jh. auch in Originalen vor Augen (Abb. 59)[381]. Diese Zirkel sind der besseren Aussteifung wegen zumeist mit einem Bogen versehen. Die Länge ihrer Schenkel mißt mit zumeist 60 cm (selten bis etwa 90 cm) etwa das Doppelte (bis Dreifache) eines Stechzirkels. Die größte nutzbare Öffnung eines Bodenzirkels dürfte etwa 1,00 m (bis 1,50 m) erreichen. Mit einem solchen Zirkel die Hauptproportionen eines Generalplanes auf den Bau zu übertragen, ist so wenig

[381]) Faßbinder und andere Handwerker haben solche Zirkel ebenfalls benützt.

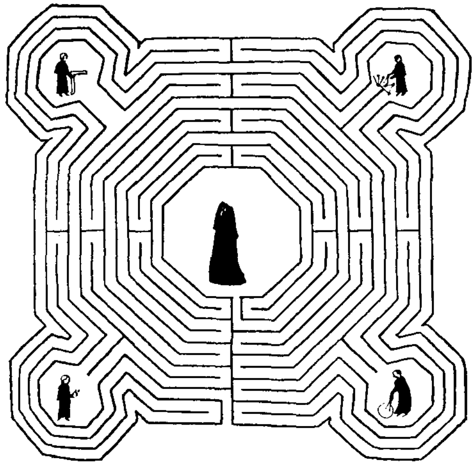


Abb. 58. Reims Kathedrale, Labyrinth, um 1290: rechts oben Jean d'Orbais mit Bodenzirkel. — links oben Jean le Loup mit Winkel. — links unten Gaucher de Reims mit Stechzirkel. — rechts unten Bernard de Soissons mit Bodenzirkel. — mittig wohl der Bauherr (nach einer Zeichnung des 16. Jh.).

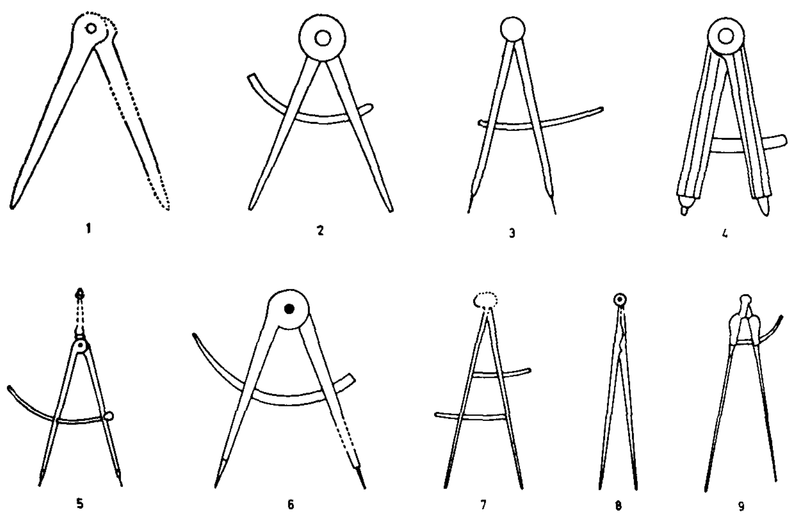


Abb. 59. Bodenzirkel: 1. Vendôme Ste. Trinité, Konsole im Nordquerarm (A. 13. Jh.). — 2. Chartres Kathedrale, Farbfenster (1215/40). — 3. Skizzenbuch des Villard de Honnecourt. — 4. Regensburg Dominikanerkirche, Konsole mit Bruder Diemar (um 1270). — 5. Gott erschafft die Welt, Miniatur (M. 13. Jh.). — 6. (vgl. Abb. 56; 1289). — 7. König Offa und sein Architekt (vgl. Abb. 70; 3. V. 14. Jh.). — 8. Scamozzi (1619). — 9. Steinmetzzirkel, Privatbesitz (um 1620).

möglich wie den Chorgrundriß der Kathedrale zu Reims mit seiner Hilfe in natürlicher Größe aufzureißen. — Für größere Radien hat man auf dem Reißboden damals wie heute den Schnurzirkel benützt.

Das Richtscheit ist in den Schriftquellen mehrfach genannt: In den Rechnungen des Chorbaues der Lorenzkirche zu Nürnberg (1462/67): „Item 12 dn. eim schreyner von etlichen richtscheytt zu machen"[382]). — Schmuttermayer ist

382) *Gümbel* 1910, S. 448.

um 1490 überzeugt, die „hohe kunst des pauwercks“ habe „auß der wage, winckelmoß, triangel, zirckel vnd lineal vrsprunglichen iren waren grunt“[383]. — Die Fabrikrechnungen des Konstanzer Münsters nennen 1506/07 als Arbeiten des Schreiners Wolfgang „allerlay klain arbait uff die hutten, uff den buw und im munster, videlicet massbretter, richtschyter, setzwagen, listen, schemel, pulpret und anders“[384]. — Albrecht Dürer gab 1525 seine „Vnderweysung der messung mit dem zirckel vn(d) richtscheyt“ heraus[385]. — Walter Ryff widmete seinen Vitruvius Teutsch 1548 „Allen Künstlichen Handtwerckern, Werckmeistern, Steinmetzen, Bawmeistern, ... vnd allen denen, welche sich des Zirckels vnd Richtscheids künstlichen gebrauchen“.

In den älteren Bildquellen hat das Richtscheit nur eine gerade Längskante; die zweite Kante ist — um Verwechslungen der besseren mit der minder guten Kante zu vermeiden? — nach außen gebrochen, d. h. das Richtscheit ist in der Mitte breiter als an den beiden Enden[386]. Die jüngeren Bildquellen geben das Richtscheit — von den gelegentlich geschweiften Enden abgesehen — in der uns geläufigen Form (Abb. 60)[387]. — Längere Geraden hat man mit der Rötelschnur vorgerissen[388].

Abb. 60. Arbeit mit Bodenzirkel und Richtscheit (Rivius 1558).

[383]) *Schmuttermayer* S. 74.

[384]) *Mone* 1852, S. 50.

[385]) Als Richtscheit bezeichnet er, was wir heute Lineal nennen.

[386]) So im Skizzenbuch des Villard de Honnecourt mehrfach (*Hahnloser* 1935, Taf. 39h, l, m), ebenso auf der Grabplatte eines Werkmeisters des 13. Jahrhunderts, die sich heute im Musée Cluny befindet (*Lethaby-Rice* 1949, Fig. 94).

[387]) Heinrich der Barlierer hat in einer Gewölbemalerei der Michaelskirche zu Schwäbisch Hall (1456) ein Richtscheit mit geschweiften Enden bei sich, dazu den Winkel, den Stechzirkel und eine Schablone. (*Gerstenberg* 1966, S. 217) *Kletzl* (1941, Straßburg, S. 39) sah hier eines der Geräte, „die, ähnlich dem Reduktionszirkel, das Visieren, das Vergrößern und Verkleinern von Maßen erleichtern“.

[388]) *Booz* 1956, S. 94.

Reißböden sind in den Schriftquellen wiederholt erwähnt[389]): In Dijon war im Oktober 1398 ein Gipser für die Werkstatt Claus Sluters drei Tage tätig „à niveler la place pour faire les traiz par Claux, pour la fontaine que l'on fait au grant cloistre"[390]). — Als in Nürnberg der Chor der Lorenzkirche errichtet wurde, fertigte der „Smid ... 1 ketten vnd 2 kloben fur den reyßpodem"[391]). — Das in Rorschach am Bodensee von St. Gallen aus gegründete Kloster wurde 1489 niedergebrannt. „Item verprennt ein steinhütten mit sampt dem risboden daruff, das costlich gewesen, und mengerlei zierd, so die meistere pruchend daruff gelegen ist"[392]). — In den Fabrikrechnungen des Konstanzer Münsters wurde 1513/14 ein Schreiner für die Herstellung eines „ryssboden" entlohnt[393]). — Im Münster zu Straßburg lag 1732 „unter dem Bley-Dach gegen dem Fronhoff ... der Riß-Boden, allwo viel Muster der Säulen und Figuren zu sehen"[394]).

Diese Reißböden sind samt den auf ihnen einst gerissenen Zeichnungen verloren. Dennoch haben wir von der Art und vom Gegenstand solcher Reißbodenzeichnungen eine verläßliche Vorstellung.

Da sind zunächst die Reißbodenfiguren der Musterbücher. Lorenz Lacher ermittelte die Querschnittsmaße der Formglieder aus einer über der Mauerstärke des Chores errichteten Vierung (Abb. 27—31). Das Wiener Musterbuch enthält vier vergleichbare Figuren, die ebenfalls angeben, wie auf dem Reißboden vorzugehen sei (Abb. 61)[395]). Ein Blatt der Wiener Plansammlung (Ak. 16914) bietet eine weitere Figur dieser Art.

Hinzu kommen im Original erhalten gebliebene Reißbodenzeichnungen vor allem in Frankreich, wo man den aus Steinplatten bestehenden Belag von Terrassendächern oder Fußböden dort, wo eine Störung des Baubetriebs (oder, war der Bau weiter gediehen, der Kirchenbesucher) nicht zu befürchten war, nicht selten als Reißboden benützt hat. Solche Zeichnungen sind — wohl mit der Reißnadel — in die Steinoberfläche entschieden eingetieft. Als Beispiele seien genannt:

---

389) In diesem Zusammenhang *Kletzl* (1935, S. 62): „1368 legte Meister Jakob, der Leiter der Bauhütte an St. Viktor in Xanten, die Pläne für eine Sakristei der Stiftskirche auf einem Bretterboden fest." *Kletzl*, der keine Quelle nennt, stützt sich offenbar auf *Beissel* (1889, Teil 1, S. 108). Dort liest man: „Seine (Meister Jakobs) erste größere Arbeit war der Abbruch der alten Sacristei, womit er in der Woche nach Helena, 18. August 1368, begann ... An ihre Stelle trat nun ein Neubau. Steine vom Drachenfeld und Bretter, auf welche Meister Jakob die Bauzeichnungen entworfen hatte, lagen bereit." Bauzeichnungen entwirft man auf dem Reißbrett, nicht auf dem Reißboden. Wer sich an „den Brettern" (im Plural) stört, möge bedenken, daß das 5′ breite Reißbrett des Drouet de Dammartin (vgl. Anm. 324) nicht wohl aus einem einzigen Brett gefertigt war.

390) *Troescher* 1932, S. 186ff, Anm. 260f. — *Kletzl* 1935, S. 62. — *Booz* 1956, S. 93.

391) *Gümbel* 1910, S. 251.

392) *Hardegger* 1864, S. 76. — *Kletzl* 1935, S. 62.

393) vgl. Anm. 384. — *Kletzl* 1935, S. 62. — *Booz* 1956, S. 93.

394) Straßburger Münster- und Thurnbüchlein 1732, S. 93. — *Kletzl* 1935, S. 62.

395) Zwei Figuren auf fol. 3r (davon eine bei *Booz* 1956, Abb. 19), jeweils eine auf fol. 15r und 15v.

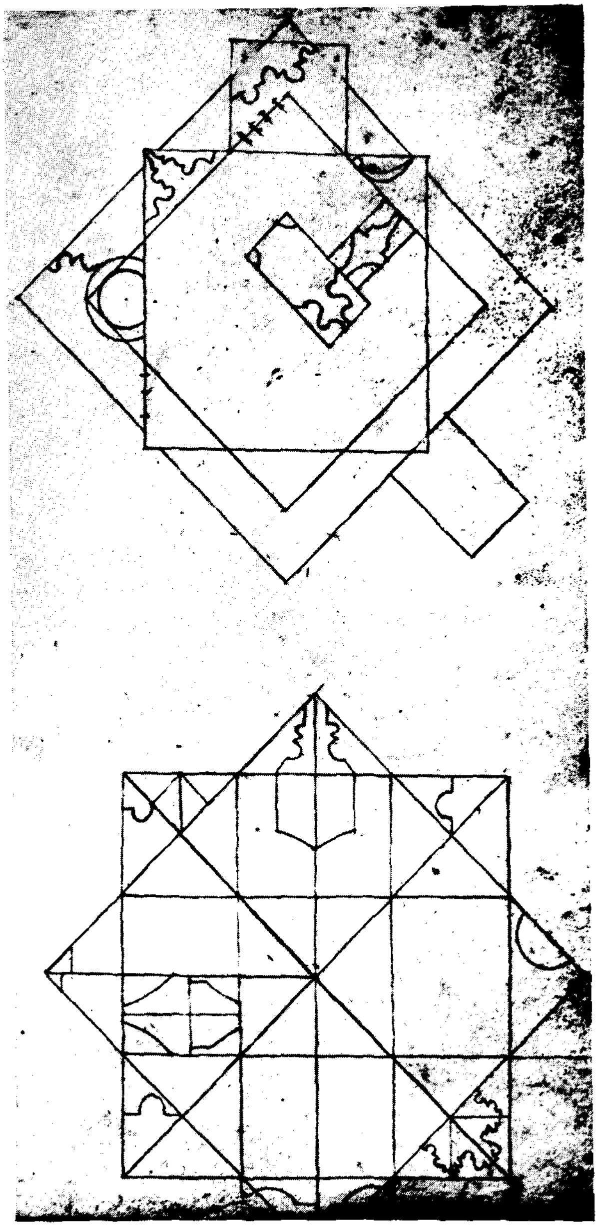


Abb. 61. Reißbodenzeichnungen im Wiener Musterbuch (4. V. 15. Jh.).

Chartres Kathedrale: Archivolte zur Vorhalle des Südquerarms (um 1225)[396]. — Southwark: Gewölbeanfänger (1220/30)[397]. — Reims Kathedrale: die Innen-

396) *Branner* 1963, S. 133.

397) ebenda

seiten des Hauptportals und eines der Nebenportale der Westfront im Grundriß samt Ansatz der Archivolten im Aufriß, gerissen auf der Rückwand des östlichen bzw. westlichen Triforiums im Südquerarm (1240/50)[398]. — Soissons Kathedrale: Maßwerk der Galerie der Westfront, Horizontalriß eines Gewändes, halber Riß eines 4teiligen Fenstermaßwerks, gerissen im Nordturm der Westfront auf dem in Höhe der Orgelempore liegenden Fußboden (E. 13. Jh.; Abb. 62)[399]. — Noirlac: zwei Gewölbeanfänger des Kreuzgangs

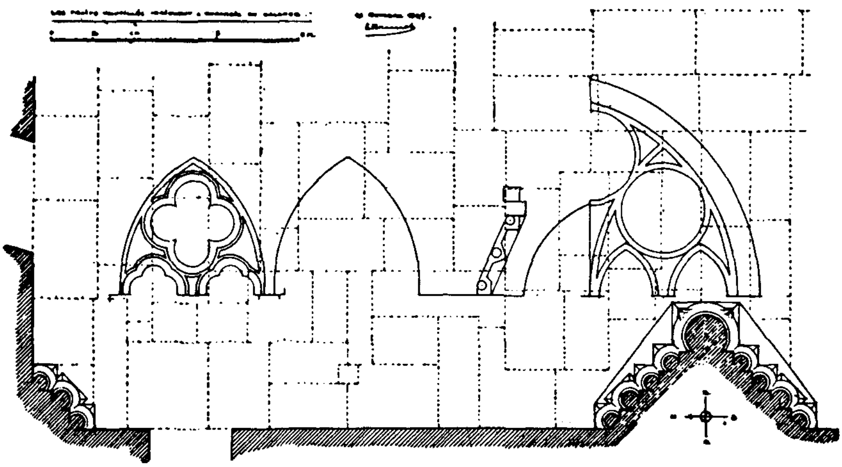


Abb. 62. Soissons Kathedrale, Reißbodenzeichnung auf dem Fußboden des Obergeschosses im Nordturm (E. 13. Jh.).

(E. 13. Jh.)[400]. — Clermont-Ferrand Kathedrale: Auf dem flachen Steindach des Chorumgangs die Archivolten samt dem Wimperg des nördlichen Querhausportals (um 1290) und zwei Strebebogen des Langhauses (um 1350)[401]. — Limoges Kathedrale: Querschnitt eines der östlichen Vierungspfeiler, Gurt- und Rippenbogen des Hochchores, Traufgesims, Details zweier Grabmäler, 3teiliges Maßwerkfenster, Querschnitt des zwischen dem Südquerarm und der ersten Langhauskapelle stehenden Pfeilers, Eckdienst und Strebebögen des Südquerarms, Schräggalerie oberhalb der Strebebogen des Langhauses, Vierungsbogen, Bogen des Vierungsgewölbes, 4teiliges Maßwerkfenster, Grundriß einer 8eckigen Wendeltreppe, gerissen auf dem Terrassendach des

398) *Deneux* 1925, S. 123f, Fig. 19, 20.

399) *Brunet* 1928, S. 93f, Fig. 17.

400) *Branner* 1963, S. 133, Fig. 2

401) *Branner* 1963, S. 134 und Fig. 4.

Chorumgangs (E. 13. – 2. H. 15. Jh.)[402]). – Saint-Quentin Stiftskirche: verworfener Querschnitt eines Langhauspfeilers (E. 14. Jh.)[403]).

Alle diese Reißbodenzeichnungen sind in der natürlichen Größe aufgerissen, denn nur so war dem Parlier möglich, die für die Steinmetzen bestimmten Schablonen anzugeben. Die Linenzüge dieser Zeichnungen stellen Projektionen von Formgliedern dar. Hilfslinien finden sich nur soweit, als sie zur geometrischen Konstruktion solcher Projektionen erforderlich waren. Weitergehende Hilfskonstruktionen, die sich etwa als Reste einer das Ergebnis der Reißbodenarbeit dirigierenden Proportionsfigur ausgeben ließen, wurden bisher an keiner dieser Reißbodenzeichnungen beobachtet.

So können wir zusammenfassen: Bodenzirkel, Richtscheit, Reißboden und Reißbodenzeichnung bieten nichts, das geeignet wäre, die These zu stützen.

E. Der Schnurzirkel

Den Entwurf auf die Baustelle zu übertragen, sei dem gotischen Architekten nicht schwergefallen, da er sich im Kleinen wie im Großen derselben Proportionsfigur bedient habe.

Auf dem Reißbrett mit Zirkelschlägen eine Proportionsfigur zu konstruieren, ist nicht schwierig. Macht es ebenfalls geringe Mühe, dieselbe Proportionsfigur mit dem Schnurzirkel auf der Baustelle auszutragen?

Otto Kletzl 1941 (Straßburg S. 38): „Die Arbeit mit triangulierenden Systemen auf dem Bauplatz selbst, die Übertragung solcher Proportionen aus dem Grundriß des Planes z. B. auf den Grundriß des tatsächlichen Fundamentes, konnte mit lockeren Seilen zwischen Pflöcken recht einfach durchgeführt werden.“

Willy Weyres 1959 (S. 98): „Beim Bauen sind 2 Vorgänge nach Konstruktionsmethoden und -mitteln auseinanderzuhalten: Der Entwurf auf dem Papier und die Übertragung dieses Entwurfes auf den Bauplatz. So ist beispielsweise der Zirkelschlag beim Entwurf ein bequemes und beliebtes Hilfsmittel; auf der Baustelle ist er nur bei verhältnismäßig geringen Abmessungen zu gebrauchen. Es ist unwahrscheinlich, daß man mit einem Seil von 25 m Länge einen genauen Kreis herstellen kann, wie er für die Chorrundung des [Kölner] Domes nötig gewesen wäre.“

Mit einem „lockeren“ Seil kann man gewiß keinen Kreisbogen schlagen. Auch mit einem gespannten Seil gelingt dies nicht ohne weiteres, denn das mit einer

---

402) *F. de Verneilh.* Construction des monuments ogivaux, Epures de la cathedrale de Limoges, in: Annales archeol. VI, 1847, S. 139, Fig. bei S. 144.

403) *Branner* 1963, Fig. 3. – *Hahnloser* 1935, S. 76 und Abb. 54 verwies auf eine weitere Ritzzeichnung, ein Viertel eines Radfensters, die ebenfalls in Saint-Quentin zu sehen sei; er berief sich dabei auf *Deneux* 1925, wo von dieser Zeichnung nicht die Rede ist. – Auch auf dem flachen Steindach des Chorumgangs der Kathedrale zu Narbonne haben sich Reißbodenzeichnungen erhalten. Sie sind in der Literatur vielfach erwähnt (z. B. Congrès archéol. 73, 1906, S. 86), aber weder beschrieben noch abgebildet. – Nach *Didron* (Annales archéol. 5, 1846, S. 92) sollen „des plans de voûtes et d'apsides, des élévations de baies et de fenêtres d'églises et d'hôtels-dieu“ auch in Auxerre, Montpellier, Bourges und Freiburg i. Br. zu sehen sein.

gewissen Zugkraft gespannte Seil reckt sich, zudem hängt das Seil seines eigenen Gewichtes wegen durch. Wird nun die Zugkraft um Weniges verringert oder vergrößert, ändern sich auch Reckung und Durchhang, mithin ändert sich der Radius des Schnurzirkels[404]).

Diese Unzuverlässigkeit des Schnurzirkels macht sich bei kleineren Radien — vgl. Abb. 26, 5 — kaum störend bemerkbar. Wird der Schnurzirkel aber gegen 25 m weit gespannt — dies entspricht etwa dem Radius eines größeren kathedralen Chorschlusses — dürfte mehr als schwierig sein, die geforderte Baustellengenauigkeit einzuhalten. Von der Annahme stillschweigend auszugehen, der gotische Architekt habe Proportionsfiguren mit extrem weit gespannten Schnurzirkeln ausgetragen — zur Konstruktion der Proportionsfiguren wurden auf dem Reißbrett Zirkelschläge benützt, die auf der Baustelle einen Radius von 40 m, 60 m, ja mehr als 100 m haben müßten[405], — ist aller begründeten Vermutung nach nicht sinnvoll[406]).

[404]) Wie der gotische Baumeister den Schnurzirkel gebraucht hat, ist nicht überliefert. Die folgenden Überlegungen sind daher reine Spekulation: Die Zugkraft ließe sich mit Hilfe einer Zugwaage konstant halten. Am einfachsten wäre wohl, das freie Seilende über eine Rolle laufen zu lassen und mit einem Gewicht zu beschweren. Der Durchhang ließe sich vermeiden, wenn das Seil nicht frei gespannt, sondern auf dem Boden ausgelegt würde. Aber auch auf einem planierten Baugelände läßt sich ein Seil nicht völlig gerade auslegen. Zudem wäre auch das liegende Seil zu spannen, d. h. um einen gewissen Betrag zu recken; die genannten Einflußgrößen lassen sich durch Versuche nicht bestimmen, da wir den Querschnitt der damals benützten Seile nicht kennen und da sich die heutigen, maschinell hergestellten Seile anders verhalten als die von Hand gedrehten Seile des Mittelalters.

[405]) *Drach* 1897: Taf. V Aachen 37 m; Taf. XII Gelnhausen 38 m; Taf. XIII Worms 56 m; Taf. XVII Marburg 46 m; Taf. XXI Frankenberg 39 m. — *Haase* 1911—19 VII: Abb. auf S. 135 Köln 68 m. — *Witzel* 1914: Taf. II,3 Bourges 41 m; Taf. III,1 Reims 50 m; Taf. V/VI Köln 67 m; Taf. VII, 1 Trier 41 m; Taf. XI/XII Straßburg 40 m; Taf. XIII, 3 Ulm 81 m; Taf. XIV, 4 Wien 49 m; Taf. XV, 2 York 42 m. — *Mössel* 1926: Abb. 46 Köln 48 m; Abb. 47 Köln 110 m.

[406]) Die Mailänder Hütte hat kurz nach Baubeginn des Domes Seile von jeweils reichlich 100 br. Länge angeschafft. Diese Seile wurden nicht als Schnurzirkel, sondern als Richtschnüre (zur Markierung von Fluchten) benützt: 1387 Aug. 30: Pro solut.baziarum 2 cordae, brach. 110$^1/_4$ pro mensuris fiendis pro ecclesia, ... 1387 Okt. 8: Pro baziis 2 cordae brach. 100 pro utraque pro mensuris ponendis, ... 1387 Okt. 12: Pro baziis 2 cordae pro mensuris fiendis, ... 1387 Nov. 4: Pro corda una reforsata long. br. 180, consign. mag. Simoni de Ursanigo dicti laborerii ingignerio, pro ponendo mensuras, ... 1389 Sept. 29: Pro br. 170 cordae reforsatae subtilis pro dando magistris pro mensuris pironorum, ... (Annali App. I 26, 32. 33. 42. 98). — Über den 1225 begonnenen Bau des Franziskanerklosters zu Valenciennes berichtet der Chronist: „Tandem funiculis ecclesiam et conventus officinas, videlicet dormitorium, claustrum, capitulum, refectorium, infirmariam ... proportionaliter metientes ... opus sunt agressi“ (*Mortet-Deschamps* 1929, S. 239). In anderen Texten wird mit funiculus das Seil bezeichnet, mit dessen Hilfe die Feldmesser eine Grundstücksgrenze, d. h. eine Flucht festlegen, vgl. Du Cange, „funiculus“; *Mortet* 1911, S. 121; *Mortet-Deschamps* 1929, S. 29). — Ältere Schriftquellen berichten, mit Richtschnüren seien die inneren wie die äußeren Fluchten des Mauerwerks (bzw. zunächst der Fundamente) festgelegt worden (vgl. Anm. 307). — In diesem Zusammenhang ist der Traum des Mönches Gunzo (Abb. 45) zu verstehen.

Wer eine den Grundriß eines Bauwerks lenkende Proportionsfigur auf der Baustelle auszutragen versucht, hat immerhin den einen Vorteil auf seiner Seite: Der Werkplatz, auf dem die Figur entstehen soll, ist identisch mit der Ebene, in der die Punkte des Bauwerks zu markieren sind. Für den aufgehenden Bau braucht man Vertikalmaße. Auch sie sollen aus einer Proportionsfigur hervorgegangen sein. In vertikaler Ebene läßt sich aber keine Figur austragen. Wie könnte sich der gotische Architekt geholfen haben?

Paul Booz 1956 (S. 94ff.): „Werkzeichungen auf dem Kirchenboden oder einem anderen geeigneten Platz gaben die Möglichkeit, die gleichen Systeme, welche schon im Plan vorgezeichnet waren, in natürlicher Größe oder doch in sehr großem Maßstab auf dem Bauplatz aufzureißen, so daß man die daraus abzuleitenden Höhenmaße mit absoluter Genauigkeit entnehmen konnte. Im übrigen war es nicht einmal erforderlich, etwa den ganzen Querschnitt aufzuzeichnen; denn die Systeme waren in den weitaus meisten Fällen in horizontale Schichten aufgeteilt, welche sich stufenweise übereinander aufbauten. Ein Blick auf die Zeichnungen bei Cesarino oder Stornaloco macht diese Feststellung deutlich. Man brauchte also nur eine Stufe nach der andern auf dem Werkboden aufzureissen und konnte ihr sodann jeweils den Fugenschnitt und die sonstigen Maße entnehmen ... Waren die großen Abmessungen des Baues auf dem Reißboden endgültig festgelegt, so bestand die nächste Aufgabe darin, die einzelnen Bauglieder wie Stützen, Dienste, Fenstergewände, Fensterpfosten usw. zu entwerfen, was wiederum auf dem Reißboden im Maßstab 1 : 1 vor sich ging."

Armin von Gerkan und **Edgar Wedepohl 1962** (Wedepohl 1967, S. 298ff.) Gerkan: „... alle Beträge müssen, um ausgeführt zu werden, auf dem geometrischen Entwurf erst abgegriffen und gemessen werden. Wiederum eine unversiegbare Quelle von Fehlern." — Wedepohl antwortet: „Geometrisches Entwerfen auch mit primitiven Mitteln reicht meist für die erforderliche Baustellengenauigkeit aus. Wenn eine jahrzehntelange Aufbewahrung der Entwurfsfigur nötig war, brauchte man sie doch nur in eine Steinplatte einzuritzen." — Gerkan antwortet: „Schön, aber wie kommt es denn, daß von solchen Steinplatten bislang auch nicht ein Splitter erhalten ist? Dagegen aber Bauinschriften [der Antike], die bis in viele Hunderte, ja wohl Tausende gehen, und immer sind dort die Bauabmessungen genannt, ganze Längen und Details, während auf geometrische Entwürfe nie mit einem Worte Bezug genommen wird."

Robert Branner 1963 (S. 130): "... the great advantage of geometrical schemes lies in the fact that they can be directly developed at full scale on the basis of their proportions. Stackes, cords and simple instruments served in the layout of the plan, measuring rods were probably used for the elevation ..."

Angenommen einer Proportionsfigur sei zugedacht, im aufgehenden Bau die Vertikalmaße zu regeln. Eine solche Figur ließe sich auf dem Werkplatz aufreißen und in ihr ließen sich die Vertikalmaße ausmessen. So käme man mit geringer Mühe zum Ziel, wenn sich die These nicht an dieser Stelle selbst im Wege stünde: In der zur Festlegung des Grundmaßes benützten Maßeinheit ergeben sich für die vertikalen Abmessungen der Proportionsfigur irrationale Werte. Werte dieses Charakters soll man, einen um den anderen, mit der Meßlatte ermitteln und mit der Meßlatte an den Bau übertragen? Mühsamer, umständlicher, ungenauer und unpraktischer könnte man kaum vorgehen.

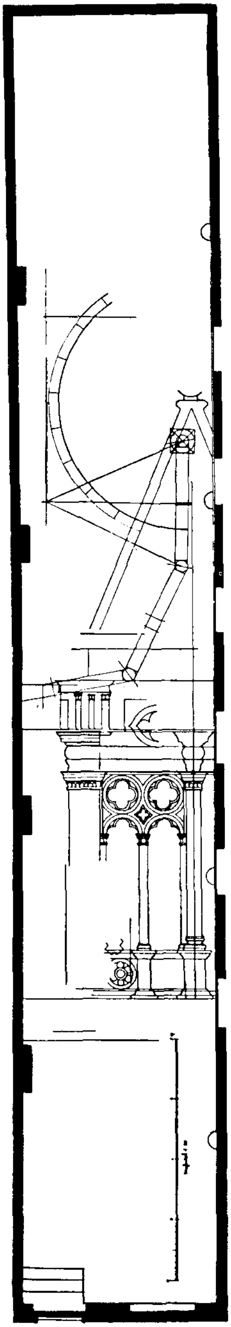
Daher der Vorschlag, statt dieser irrationalen Werte rationale Näherungswerte zu benützen. Die wären so zu wählen, daß ihre Summen und Differenzen den Schlußmaßen gleichkämen. Näherungswerte, die diese Bedingungen erfüllen, müßten sich nach einigem Herumprobieren finden lassen. Das zugunsten der These immer wieder vorgebrachte, bestechend schöne Argument, den Proportionsfiguren seien die Baumaße schnell, genau und mühelos zu entnehmen, wäre auch nach diesem Vorschlag außer Kraft.

Eine weitergehende Überlegung: Sollte ein älterer Kirchenbau durch einen gotischen Neubau ersetzt werden, legte man zumeist den alten Chor fürs erste nieder und richtete hier die Baustelle ein; solange am Chor gebaut wurde, stand immerhin das alte Langhaus dem Chorgebet der Kanoniker und dem Gottesdienst der Gemeinde zur Verfügung. Wie wurden nun die Höhenmaße dieses Chorbaues ermittelt? Eine den Aufbau des Chores regelnde, in natürlicher Größe ausgetragene Proportionsfigur hat beachtliche Ausmaße. Wo steht ein Reißboden der erforderlichen Ausdehnung zur Verfügung? Auf der Baustelle des Chores? Auf dem Fußboden des alten Langhauses, das im Regelfall geringere Abmessungen hat als der neue Chor? Oder wo sonst?

Also müßte man mit einer kleineren Fläche auskommen. Dies ist leicht möglich, sobald man sich damit begnügt, den in sich spiegelgleichen Riß nur zur Hälfte und selbst diese Hälfte nicht als Ganzes, sondern in mehrere Höhenzonen aufgeteilt zu reißen. Tatsächlich ist eine Reißbodenzeichnung bekannt, die von einem aufgehenden Bauwerk solch einen Ausschnitt wiedergibt (Abb. 63). Aber man beachte wohl: diese Reißbodenzeichnung ist in derselben Absicht und in derselben Weise hergestellt wie die bereits genannten Reißbodenzeichnungen. Sie enthält nichts, was sich als Ausschnitt einer Proportionsfigur ansprechen ließe. Wie sollte man denn — ausgehend von einem außerhalb des Reißbodens liegenden Grundmaß — einen Ausschnitt — nur diesen Ausschnitt — der Proportionsfigur konstruieren[407])?

Ein weiterer Versuch, diesem Dilemma zu entrinnen: Man nimmt an, der Vertikalriß sei der Proportionsfigur zu Liebe eben doch als Ganzes, der Raumnot gehorchend allerdings in reduzierter Größe, gezeichnet worden. Damit wären wir bei der ersten Schwierigkeit, irrationale Werte messen zu sollen,

[407]) Auf dem Fußboden des Domes zu Orvieto hat man in der 1. Hälfte des 15. Jh. den Giebel der Domfassade in mehreren Varianten aufgerissen (*H. Keller*, Die Risse der Orvietaner Domopera und die Anfänge der Bildhauerzeichnung, in: Festschrift für W. Pinder, Leipzig 1938, S. 216 und Anm. 54; *Booz* 1956, S. 94). Giacomo della Porta benützte den Fußboden von S. Paolo fuori le mura, um den Querschnitt der Peterskuppel auszutragen (ebenda). Daß im einen oder im anderen Fall eine Proportionsfigur benützt worden sei, ist nicht überliefert. Im Gegenteil: Wer den Querschnitt der Peterskuppel ganz oder hälftig im Langhaus von S. Paolo unterzubringen sucht, wird feststellen, daß sich die Zirkelschläge einer entsprechend großen Proportionsfigur wegen der Langhausstützen nur bruchstückweise ausreißen ließen. Für die Kurven des Kuppelquerschnitts würde dasselbe gelten. Sollte Porta diese Kurven nach Koordinatenpunkten konstruiert haben? Unmöglich wäre dies nicht. Schließlich haben bereits die Ägypter des Alten Reiches verstanden, Kurvenpunkte in Koordinaten anzugeben (*Clarke-Engelbach* 1930, Fig. 53, 54).



wieder angelangt. Überdies wären diese Meßwerte auf die am Bau benötigten wahren Größen umzurechnen. Wie sollte dies geschehen, wo die These doch behauptet, der gotische Architekt sei des Rechnens in einem solchen Maße unkundig gewesen, daß er sich genötigt gesehen habe, Baumaße — statt sie in Fuß und Zoll anzugeben — mit Hilfe einer geometrischen Figur abzuleiten ? Und schließlich: Bei solchem Vorgehen würden sich die Zeichenungenauigkeiten der Figur samt den Meßungenauigkeiten im entsprechend vergrößerten Maße auswirken[408]).

Um zusammenzufassen: Auf dem Werkplatz eine Proportionsfigur mit weit gespannten Schnurzirkeln zu konstruieren, ist nicht möglich. Die Behauptung, auch die Vertikalmaße des Bauwerks seien einer Proportionsfigur entnommen worden, führt in ihrer Nutzanwendung zu inneren Widersprüchen, welche die These entweder fragwürdig erscheinen lassen oder sie — zumindest teilweise — aufheben.

Auch die Anwendung des Schnurzirkels bietet kein Argument, das zugunsten der These spräche.

[408]) Auf der inneren Rundung einer Wendeltreppe der Liebfrauenkirche zu Trier ist der Grundriß dieser Kirche aufgerissen (*H. Eichler*, Ein mittelalterlicher Grundriß der Liebfrauenkirche in Trier, in: Beiträge zur Kunst des Mittelalters, Vorträge der Ersten deutschen Kunsthistorikertagung auf Schloß Brühl 1948, Berlin 1950, S. 171 und Tafel XIX, 10. — *Derselbe*, Ein frühgotischer Grundriß der Liebfrauenkirche in Trier, in: Trierer Ztschr. f. Gesch. und Kunst des Trierer Landes und seiner Nachbargebiete, 22. Jg. 1953, S. 145. — *Branner* 1963, S. 138 und Fig. 11). Der Grundriß ist 1,34 m hoch, 1,11 m breit. Wie soll man auf einer zylindrischen Fläche die Horizontalmaße des Risses in Summen und Differenzen zutreffend aufreißen und wieder abgreifen können ? Weshalb dieser Grundriß ins aufgehende Mauerwerk zu einem Zeitpunkt eingekratzt wurde, als der Grundriß der Liebfrauenkirche auf der Baustelle längst — und überdies in abweichenden Proportionen — abgesteckt war, ist nicht bekannt.

◀ Abb. 63. Trau (Trogir) Dom, Reißbodenzeichnung auf der Terrasse über dem nördlichen Seitenschiff: Grundriß eines Polygons; Rundfenster der Domfront (nach 1420 ?); oberstes Geschoß und Helm des Domturmes vom Bau abweichend (E. 16. Jh.).

F. Lotwaage und Setzwaage

Die Fluchten des Bauwerks sind abgeschnürt. Nun werden die Fundamentgräben ausgehoben. Die Sohlen dieser Gräben, auf denen das Fundament fußen wird, sollen waagrecht liegen. Die Fundamente werden bankweise eingebracht. Jede Bank ist waagrecht abzugleichen, die letzte Bank mit großer Sorgfalt, denn auf ihr ist der Grundriß des Bauwerks nochmals einzumessen. Auch das aufgehende Mauerwerk wird in Bänken hochgeführt. Wiederum ist jede Bank — wenn nicht jede Schicht — waagrecht abzugleichen, denn anders würde nicht gelingen, den Sockel und das Kaffgesims, die Sohlbänke der Fenster, die Wasserschläge und das Traufgesims waagrecht zu versetzen. Zugleich muß das Aufgehende lotrecht stehen. Dies gilt nicht nur für die Stirnseiten des Mauerwerks, es gilt genauso für die Laibungen der Portale und der Fenster, für Strebepfeiler, Stützen und dergleichen mehr. Die Waagrechten und die Senkrechten sind demnach während des Bauvorganges häufig und mit ausreichender Genauigkeit zu prüfen.

Dies geschah mit Geräten, die einfach und derart zweckmäßig zugleich gebaut waren, daß sie in der Gotik, viele Jahrhunderte zuvor und einige Jahrhunderte danach in nahezu derselben Gestalt gebraucht wurden. Proportionsfiguren zu entwickeln, sind diese Geräte offensichtlich nicht geeignet. Als Stützen der These hat man sie auch nicht bemüht. Dennoch sollen sie hier, wo von den wichtigsten Geräten der Bauleute die Rede ist, nicht übergangen sein.

Die Lotrechte prüft man mit dem Lot. Da der Senkel (Senkblei) übersteht, läßt sich die Lotschnur (Bleischnur) jedoch nicht anlegen; man muß zu ihr wenigstens zwei Stichmaße nehmen. Diese zusätzlichen Messungen erübrigen sich bei Verwendung der Lotwaage.

Das älteste Exemplar dieses Gerätes, was wir kennen, stammt aus dem Grab des Sennutem zu Theben (XX. Dyn.) (Abb. 64, 1): Das Grundbrett ist mit der

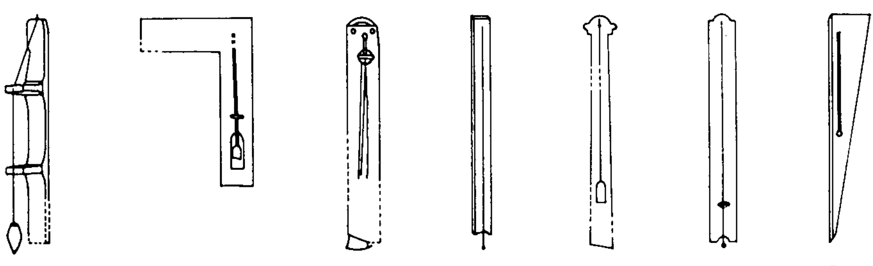


Abb. 64. Lotwaagen: 1. Kairo Museum, aus dem Grab des Sennutem in Theben (XX. Dyn.). — Köln Diözesanmuseum, Maurer vom Grabmal des Dombaumeister Nikolaus van Bueren († 1445). — 3. Holzschnitt des Hans Weiditz (vor 1522). — 4. Rivius 1548. — 5. Dietterlin 1598. — 6. Félibien 1699. — 7. Lotwaage zur Kontrolle der Böschung von Fundamenten (1745).

geraden rechten Kante anzulegen. Die Lotschnur, die an der Stirnseite des oberen Querbrettchens in einem Einschnitt liegt, muß an der Stirnseite des unteren Querbrettchens auf eine Marke einspielen. — Späterhin hat man auf die Querbrettchen verzichtet. Nun hing das Senkblei in einem Fenster (Abb.

64, 2, 5 und 6)[409]) oder — noch einfacher — frei unterhalb des Brettes (Abb. 64, 4)[410]).

Die Lotwaage ist nicht wesentlich leichter zu handhaben als das Lot, sie liefert kein genaueres Ergebnis als dieses und zudem hat man sie nicht wie das in der Tasche mitgeführte Lot jederzeit bei der Hand. Ob die Lotwaage im Mittelalter allgemein verbreitet war — sie wurde nur vereinzelt abgebildet — muß offen bleiben. Anders die Setzwaage.

Wie kann man mit einfachsten Mitteln die Waagrechte prüfen? Vitruv[411]) empfiehlt als „Nivelliergerät" den Chorobat, einen etwa 20′ langen Rahmenschenkel, in dessen Oberseite eine Rinne — 5′ lang, 1″ breit und $1^1/_2$″ tief — eingeschnitten sei; diese Rinne werde mit Wasser gefüllt; der Wasserspiegel stehe in der Mitte der Rinne (wegen der Kugelgestalt der Erde) höher als an ihren Enden, was den Einsatz des Gerätes jedoch nicht behindere. Bei leidlicher Windstille könne man auch einfacher vorgehen: Der Chorobat erhalte an beiden Enden winkelrecht nach unten stehende Schenkel, die durch schräge Streben mit dem Rahmenschenkel zu verbinden seien; auf beide Streben setze man eine Marke, über der die am Rahmenschenkel hängenden Lote einspielen müssen. Die zur Prüfung der Waagrechten dienende Wasserlinie, im Gelände wie an der Baustelle umständlich darzustellen, war mit diesem Ratschlag Vitruvs auf die Einhaltung der Lotrechten reduziert[412]).

Diesem einfachen Prinzip folgt auch die Setzwaage[413]). In ihrer simpelsten Form — ein dreieckiges Brett, an dessen Spitze ein Lot befestigt ist (Abb. 65, 1)[414]) — kann sie jeder Handwerker an der Baustelle selbst herstellen und justieren: Das Gerät wird über einer leidlichen Horizontalen aufgestellt und die Lage der Lotschnur markiert; danach wird das Gerät um 180° gedreht und

---

409) Zum Grabmal des Kölner Dombaumeisters Nikolaus von Buren († 1445) gehörten vier Figuren (*P. Clemen* 1937, Fig. 218). Sie repräsentieren den Architekten (mit kleinem Reißbrett), den Bauverwalter (in geistlichem Gewand mit Schlüssel und Börse), den Steinmetzen (mit Meißel und Klöpfel) und den Maurer mit Lotwaage. Mit dem seitlichen Arm dieser Lotwaage könnte man die waagrechte Lage der Unterseite eines Sturzes oder eines Gesimsvorsprunges prüfen. (Zur Zusammenarbeit von Steinmetz und Maurer im Baubetrieb der Gotik vgl. *Knauth* 1906, S. 40 und *Kletzl* 1933, S. 170ff).

410) *Rivius* erläutert das Gerät mit der Beischrift: „Figur wie man behende durch ein gemein Richtscheid erlernen mög ob ein wand in der richtschnur stehe oder wagrecht."

411) lib. VIII, cap. V.

412) Beide Verfahren waren noch 1387 in der Mailänder Dombauhütte nebeneinander in Gebrauch: „Guarnerio de Sirturi magistro lignaminis pro solutione livelli unius ab aqua furniti et ligato ferro; et livelli unius sichi a pomblino, cum stagia una de br. 3; quae omnia consignata fuerunt magistro Symoni de Ursanigo ingignerio fabricae, ..." (Annali, App. I, S. 28).

413) Die alte Bezeichnung ist „Setzwaage" (vgl. S. 242 und Anm. 384) oder „Bleiwaage" (*Rivius* 1548, fol. 3, 11v, 48, 227v). Beide Bezeichnungen waren noch in unserem Jahrhundert gebräuchlich (*Koch* 1901, S.197. — *Knöll* 1910, S. 63. — *Staatsmann* 1910, Bd. 1, S. 8; Bd. 2, Abb. 9).

414) *Ehrenberg* 1840, S. 66f.

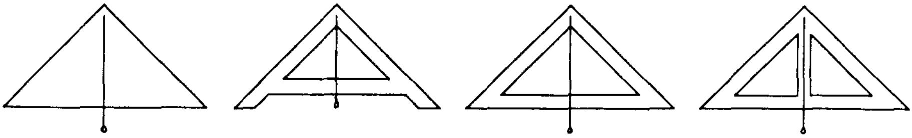


Abb. 65. Grundformen der Setzwaage.

die Lage der Lotschnur nochmals markiert; spielt sich das Lot künftig mitten zwischen diesen beiden Marken ein, steht die Basis des Gerätes waagrecht.

In ihrer üblichen Ausführung besteht die Setzwaage aus zwei unter etwa 45° zusammengefügten Schenkeln, die in Drittelshöhe durch ein Querholz verbunden sind (Abb. 65, 2). In dieser Form war sie den Ägyptern bekannt[415]), ebenso den Griechen[416]), genauso den Römern, die sie — mit einer kultischen Nebenbedeutung[417] ? — auf Grabmälern und auf Sarkophagen häufig dargestellt haben[418]), nicht anders dem Mittelalter[419]) (Abb. 66) und der Neuzeit[420]).

Neben dieser Grundform der Setzwaage waren zwei Varianten bekannt. Bei der einen ist das Querholz in die Basis des Geräts verlegt (Abb. 65, 3)[421]), bei

415) *Clarke-Engelbach* 1930, Fig. 264.

416) *W. Deonna,* Ex-voto déliens, in: Bulletin de Correspondance Hellénique, Paris 1932, S. 421. — *R. Martin,* Manuel d'architecture grecque, Bd. I, Paris 1965, Fig. 72a.

417) Den Ägyptern dienten Nachbildungen der Setzwaage als Amulett (*W. Flinders-Petrie,* Amulets, illustrated by the egyptian collection in University College London, London 1914. — *Mössel* 1931, Abb. 261, 262).

418) Grabaltar des Steinmetzen Cn. Cossutius Agathangelus (*Neuburger* 1919, Abb. 536. — *Brandt* 1927, Abb. 115). — Rom, Kapitolin. Museum, Grabstein des M. Aebutius (*Durm* 1905, Fig. 818. — *Neuburger* 1919, Abb. 536). — Rom, Kapitolin. Museum, Wohnungsschild eines Maurers (*Durm* 1905, Fig. 818. — *Neuburger* 1919, Abb. 536). — Pompeji Werkstattschild eines Schmiedes (*L. Confalonieri,* Pompei e la sua tragedia, Milano 1958, Abb. 51). — Rom, Marmorplatte eines Maurers aus den Calixtus-Katakomben (*Brandt* 1927, Abb. 117). — Rom, Via Appia, Grabmal eines Architekten (*Brandt* 1927, Abb. 130). — Igel, Grabmal eines Steinmetzen (*Neuburger* 1919, Abb. 538. — *Brandt* 1927, Abb. 116). — Arles, Alyscamps, auf Sarkophagen häufig. — Augsburg, Röm. Museum, Pfeilergrabmal aus Augsburg-Oberhausen. — Augsburg, Röm. Museum, Grabrelief aus Augsburg. — *H. Gummerus,* Darstellungen aus dem Handwerk auf römischen Grab- und Votivsteinen in Italien, in: Jahrb. d. Deutschen Archäol. Instituts 28, 1913, S. 63.

419) Psychomachia des Prudentius (11./12. Jh.) in Lyon, Bibl. du Palais des Arts, Ms. 22 (*Stettiner* 1905, Taf. 124, 3).

420) Die Vier Gekrönten bei der Arbeit, Relief des Nanni di Banco in Florenz, Or San Michele (*Colombier* 1953, Taf. VII, 12). — *Goldmann-Sturm,* Vollständige Anweisung zu der Civil-Bau-Kunst, Wolfenbüttel, 1696, Titelkupfer. — *Guarini,* Architettura civile, Torino 1737, lastra I, trattato II, Fig. 8.

421) Chartres Kathedrale, Farbfenster 1215/40 (*Colombier* 1953, Fig. 3). — Münster i. W. Dom, Vorhalle, im Fries, um 1270. — Stuttgart Hospitalkirche, Konsole 1479 (*Gerstenberg* 1966, S. 70).

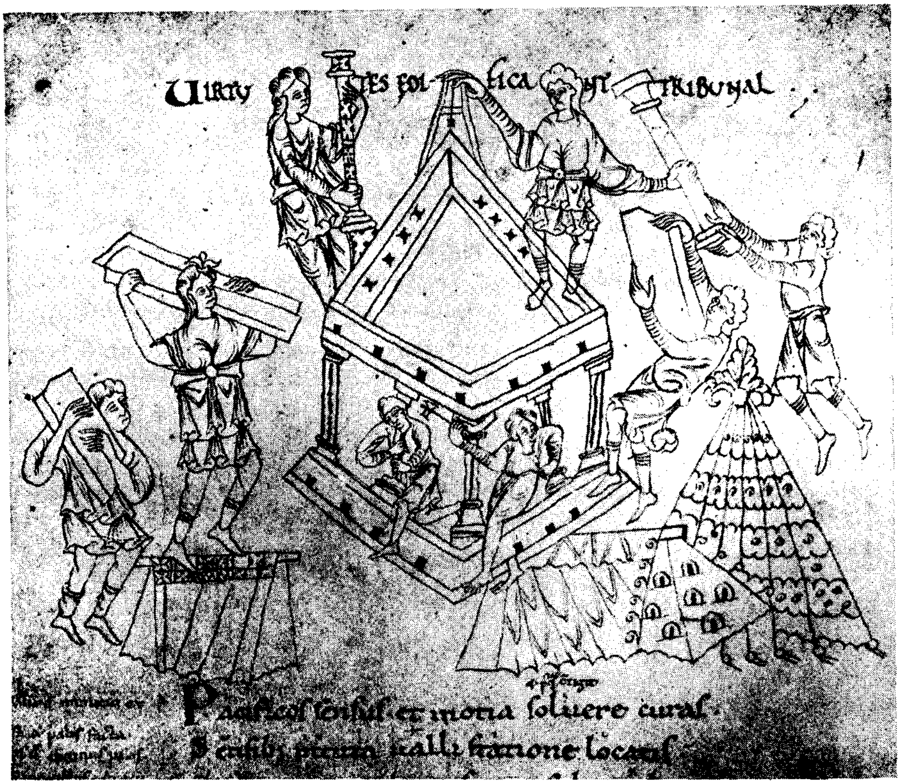


Abb. 66. Die Tugenden errichten die Rednertribüne (aus einer Handschrift des Psychomachia des Prudentius 11./12. Jh.).

der anderen ist überdies ein der Aussteifung dienendes Längsholz hinzugefügt (Abb. 65, 4)[422]). Bei beiden Varianten kann der Senkel nicht mehr innerhalb der Setzwaage spielen. Dies ist kein Schaden, denn die Meßbasis des Geräts ist nicht allzu groß, man benützt es daher zumeist zusammen mit der Setzlatte (Abb. 67), vor der der Senkel frei hängen kann[423]). Die beachtliche Meßgenauigkeit von Setzwaage und Setzlatte haben sich auch die Feldmesser zunutze gemacht (Abb. 68)[424]).

Im 13. Jh. kam man auf den Gedanken, Setzwaage und Setzlatte zu einem Gerät zusammenzufassen (Abb. 69 und 70). Damals vereinzelt, häufiger seit

---

422) Burg Falkenberg in Schlesien, Gewölbekonsole, um 1500 (*Heideloff* 1852, Heft 23, Taf. 5, Abb. e). — Straßburg, Siegel der Bauhütte, nach einer Zeichnung von 1524 (*Colombier* 1953, Fig. 3). — *Knöll* 1910, Abb. 6.

423) Auch in den Darstellungen römischer Setzwaagen hängt das Senkblei häufig unterhalb der Fußpunkte des Gerätes.

424) Ebenso in einer italienischen Zeichnung von 1465 (*Feldhaus* 1931, Abb. 387).

Abb. 67. Zwei heilige Mönche bauen ihre Kapelle (Holzschnitt 1496).

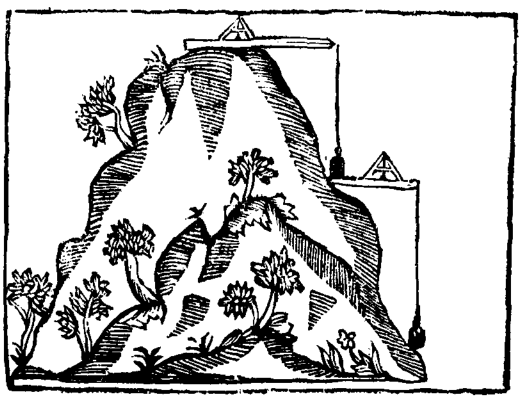


Abb. 68. Nivellieren mit Setzwaage und Setzlatte (Holzschnitt 1697).

dem 16. Jh. hat man versucht, die Ablesegenauigkeit dieses kombinierten Gerätes mit einer Verlängerung der Lotschnur zu verbessern. Auch in dieser Gestalt hat man die Setzwaage noch im 19. Jh. benützt[425]).

Um 1900 waren Setzwaage, Kanalwaage, Schlauchwaage und Wasserwaage auf den Baustellen nebeneinander in Gebrauch. Nur die Wasserwaage hat die Konkurrenz überlebt.

---

425) *Ehrenberg* 1840, S. 66f.

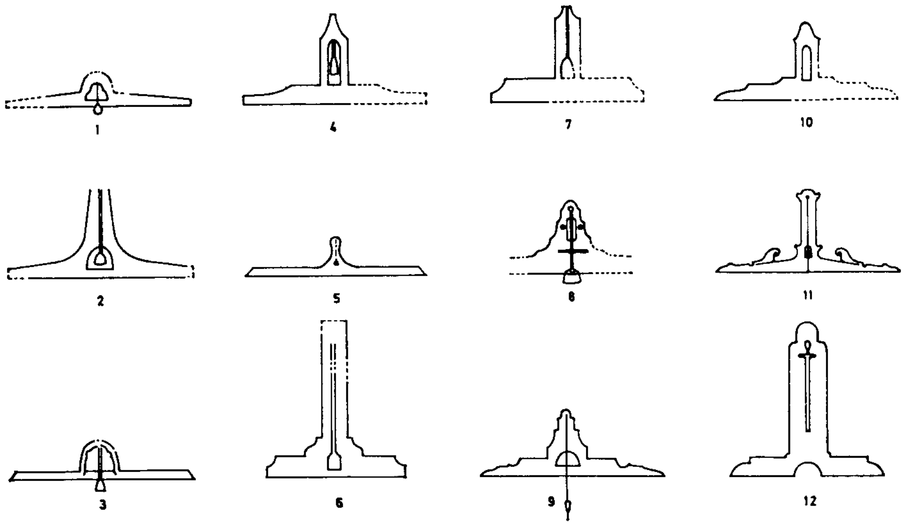


Abb. 69. Setzwaagen: 1. Miniatur in der Vita des hl. Alban (gegen 1250). — 2. Poitiers Kathedrale, Architekt im Dorsal des Chorgestühls (2. H. 13. Jh.). — 3. Miniatur in den Lives of the Offas (M. 14. Jh.). — 4. Zeichnung im Totenbuch der Mendel'schen Stiftung (A. 15. Jh.). — 5. Miniatur in der Vie du très noble comte de Roussillon (1447). — 6. Burg Friedeck in Oberschlesien, Konsole (um 1500). — 7. Bern Münster, Büste im Chorgewölbe (1510/20). — 8. Holzschnitt des Hans Weiditz (vor 1522). — 9. Rivius 1548. — 10. Holzschnitt des Jost Amman (1568). — 11. Dietterlin 1598. — 12. Sandrart-Volkmann 1770.

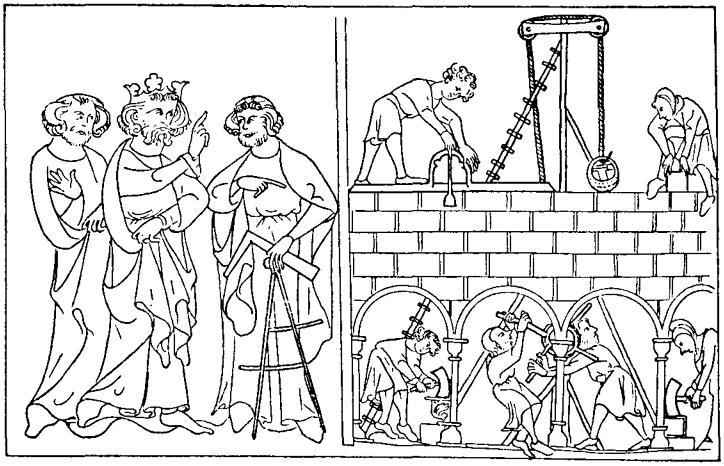


Abb. 70. Offa, legendärer König der Ostangeln, läßt durch seinen Baumeister die Abtei Saint Albans errichten (Lives of the Offas, 3. V. 14. Jh.).

Inzwischen ist die Setzwaage, die seit den Ägyptern drei Jahrtausende lang auf jeder Baustelle unentbehrlich war, vergessen, als habe es sie nie gegeben.

G. Die Ergebnisse

Die Geräte und deren Anwendung im Werkvorgang sollen aufweisen, der gotische Architekt habe am Reißbrett, auf dem Reißboden und an der Baustelle mit Grundmaßen und Proportionsfiguren gearbeitet.

Ein Grundmaß wird mit der Meßlatte festgelegt. Der Architekt hatte die Meßlatte zur Hand, genauso der Handwerker den Zollstock. Wie die Quellen berichten, hat man im Bauwesen häufig gemessen. Von einem Grundmaß, das als einziges eingemessen worden sei, wissen die Quellen nichts.

Proportionsfiguren sind ohne Zirkel nicht darzustellen. Die am Reißbrett benützten „Proportionszirkel" sind entweder Reduktionszirkel, die schwerlich geeignet sind, eine in der Kreisteilung begründete Proportionsfigur auszutragen oder Greif- und Tastzirkel, mit denen man am Reißbrett nichts ausrichten kann, oder sie sind (verkröpfte) Stechzirkel, die der Architekt zu jeder — auch zur nicht proportionierten — Zeichenarbeit nötig hatte.

Auf dem Reißboden tat der Bodenzirkel seinen Dienst. In den Reißbodenzeichnungen der Musterbücher finden wir die Vierung über Ort. Sie wurde — zumindest nach Lachers Erläuterungen — nicht als Proportionsfigur im Sinne der These gebraucht. Die auf Steinflächen erhalten gebliebenen Reißbodenzeichnungen enthalten keine Proportionsfiguren.

An der Baustelle war der Schnurzirkel — etwa beim Abstecken eines polygonalen Chorschlusses — nicht zu entbehren. Daß man aber mit einem Schnurzirkel von nahezu beliebig großer Spannweite arbeiten könne — solche Spannweiten sind in veröffentlichten Proportionsfiguren vorausgesetzt — ist unglaubhaft.

Auch die Geräte und deren Anwendung im Werkvorgang bieten nichts, was geeignet wäre, die These zu stützen.

Die in Abkürzungen zitierte Literatur

(Veröffentlichungen, die im Literaturverzeichnis des vorhergehenden Aufsatzes genannt waren, sind hier nicht nochmals aufgeführt.)

Ackerman 1949	J. S. Ackerman, Ars sine scientia nihil est, Gothic theory of architecture at the cathedral of Milan, in: The Art Bulletin, 1949, XXXI, Nr. 1, S. 84.
Beissel 1889	St. Beissel, Die Bauführung des Mittelalters, Studie über die Kirche des hl. Viktor zu Xanten, Freiburg i. Br. 1889.
Bernt 1939	W. Bernt, Altes Werkzeug, München 1939.
Brandt 1927	P. Brandt, Schaffende Arbeit und bildende Kunst, 2 Bände, Leipzig 1927, 1928.
Branner 1963	R. Branner, Villard de Honnecourt, Reims and the origin of gothic architectural drawing, in: Gazette des Beaux-Arts, 1963, S. 129.

Brunet 1928	E. Brunet, La restauration de la cathédrale de Soissons, in: Bull. mon. 87, 1928, S. 65.
Buchner 1953	E. Buchner, Das deutsche Bildnis der Spätgotik und der frühen Dürerzeit, Berlin 1953.
Cesariano 1521	Di Lucio Vitruvio Pollione de Architectura Libri Dece traducti de latino in Vulgare affigurati: commentati et con mirando ordine Insigniti: ... e Impresso nel amoena et delecteuole Citate de Como per Magistro Gotardo da Ponte Citadino Milanese: nel'anno del nostro Signore Jesu Christo M.D.XXI. XV. mensis Julii ...
Clarke-Engelbach 1930	S. Clarke und R. Engelbach, Ancient Egyptian Masonry, Oxford/London 1930.
Clemen 1937	P. Clemen, Der Dom zu Köln, (Die Kunstdenkmäler der Rheinprovinz), Düsseldorf 1937.
Deneux 1925	H. Deneux, Signes lapidaires et épures du XIII[e] siècle à la cathédrale de Reims, Bull. mon. 84, 1925, S. 99.
Dietterlin 1598	W. Dietterlin, Architectura, Nürnberg 1598.
Durm 1905	J. Durm, Die Baukunst der Römer (Handbuch d. Architektur II, 2) Stuttgart 1905.
Ehrenberg 1840	C. F. von Ehrenberg, Baulexikon, Frankfurt a.M. 1840.
Feldhaus 1931	F. M. Feldhaus, Die Technik der Antike und des Mittelalters, Wildpark-Potsdam 1931.
Félibien 1699	A. Félibien, Des pricinpes de l'architecture da la sculpture, de la peinture, et des autres arts qui en dépendent Paris 1699.
Flinders Petrie 1917	W. M. Flinders Petrie, Tools and weapons, London 1917.
Friederich 1932	K. Friederich, Die Steinbearbeitung in ihrer Entwicklung vom 11. bis zum 18. Jahrhundert, Augsburg 1932.
Friederich 1962	K. Friederich, Die Risse zum Hauptturm des Ulmer Münsters, in: Ulm und Oberschwaben, Ztschr. für Geschichte und Kunst, 36, 1962, S. 19.
Gatti 1913	A. Gatti, La Basilica Petroniana, Bologna 1913.
Gaye 1840	G. Gaye, Carteggio d'artisti del secolo XIV[e]—XVI[e], vol. III, Firenze 1840.
Gerstenberg 1966	K. Gerstenberg, Die deutschen Baumeisterbildnisse des Mittelalters, Berlin 1966
Giesen 1930	J. Giesen, Dürers Proportionsstudien im Rahmen der allgemeinen Proportionsentwicklung, Bonn 1930.
Gimpel 1958	J. Gimpel, Les bâtisseurs de cathédrales, (Paris) 1958.
Gioseffi 1963	D. Gioseffi, Giotto architetto, Milano 1963.
Grote 1959	A. Grote, der vollkommen Architectus, München 1959.

Gümbel 1910	A. Gümbel, Baurechnungen vom Chorbau von St. Lorenz in Nürnberg 1462—1467, in: Repertorium f. Kunstwiss. 33, 1910.
Hahnloser 1935	H. R. Hahnloser, Villard de Honnecourt, Wien 1935.
Hardegger 1864	J. Hardegger, Kurze Chronik des Gotzhauses St. Gallen (1360—1490), in: Mitt. z. vaterländ. Geschichte, hrsg. vom Histor. Verein in St. Gallen, II, 1894, S. 1.
Heideloff 1852	Carl Heideloff's Ornamentik des Mittelalters, Neue Ausgabe, Nürnberg o. J. (1852 ?)
Ivekovic 1927	C. M. Ivekovic, Bau- und Kunstdenkmale in Dalmatien, Bd. 3, Wien 1927.
Kletzl 1933	O. Kletzl, Das Frühwerk Ulrichs von Ensingen, in: Architectura, Jahrbuch für Geschichte der Baukunst, 1933 I, S. 170.
Knöll 1910	K. Knöll, Die Bauführung, Leipzig 1910.
Knauth 1906	J. Knauth, Mittelalterliche Technik und moderne Restauration, in: Straßburger Münsterblatt III., 1906, S. 32.
Koch 1901	H. Koch, Bauführung (Handbuch der Architektur I, 5) Stuttgart 1901.
Kraus 1876	F. X. Kraus, Kunst und Altertum im Unter-Elsaß, Bd. 1, Straßburg 1876.
Lacher	Des Meisters L. Lacher Unterweisung (geschrieben 1516), hrsg. von A. Reichensperger, in: Vermischte Schriften über christliche Kunst, Leipzig 1856, S. 132—155. — Original verschollen; hier nach der 1593 gefertigten Abschrift (Köln, Stadtarchiv Wf 276*) zitiert. Um die Textstellen leichter auffinden zu können, wurden die Abschnitte durchnumeriert.
Lassus 1858	J. B. A. Lassus, Album de Villard de Honnecourt, Paris 1858.
Lehmann-Brockhaus 1938	O. Lehmann-Brockhaus, Schriftquellen zur Kunstgeschichte des 11. und 12. Jahrhunderts für Deutschland, Lothringen und Italien, Berlin 1938.
Lethaby-Rice 1949	W. R. Lethaby and D. Talbot Rice, Mediaeval Art, London 1949.
Mayer 1777	J. T. Mayer, Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie, Teil I, Göttingen 1777.
Meder 1919	J. Meder, Die Handzeichnung, ihre Technik und Entwicklung, Wien 1919.
Mone 1852	F. J. Mone, Beiträge zur Kunstgeschichte, in: Ztschr. für die Gesch. des Oberrheins, 3, 1852.
Moreau-Nélaton 1915	E. Moreau-Nélaton, La Cathédrale de Reims, Paris 1915.
Morgan 1961	B. G. Morgan, Canonic design in English Mediaeval Architecture, Liverpool 1961.

Mortet 1911 — V. Mortet, Recueil de textes relatifs à l'histoire de l'architecture et à la condition des architectes en France au moyen-âge, XI^{e}—XII^{e} siècles, Paris 1911.

Mortet-Deschamps 1929 — V. Mortet et P. Deschamps, Recueil de textes relatifs à l'histoire de l'architecture et à la condition des architectes en France au moyen-âge, XII^{e}—XIII^{e} siècles, Paris 1929.

Neuburger 1919 — A. Neuburger, Die Technik des Altertums, Leipzig 1919.

Neuwirth 1893 — J. Neuwirth, Geschichte der bildenden Kunst in Böhmen, Bd. 1, Prag 1893.

Noback 1851 — C. und F. Noback, Vollständiges Taschenbuch der Münz-, Maß- und Gewichts-Verhältnisse, 2 Bde., Leipzig 1851.

Overbeck-Mau 1884 — J. Overbeck und A. Mau, Pompeji in seinen Gebäuden, Altertümern und Kunstwerken, Leipzig 1884.

Pacioli 1509 — C. Winterberg, Fra Luca Pacioli, Divina Proportione, Die Lehre vom goldenen Schnitt, nach der venezianischen Ausgabe von 1509, Wien 1889

Panofsky 1921 — E. Panofsky, Die Entwicklung der Proportionslehre als Abbild der Stilentwicklung, in: Monatshefte für Kunstwiss. 1921, S. 188.

Panofsky 1945 — E. Panofsky, An explanation of Stornaloco's formula, in: The Art Bulletin, 1945, XXVII, Nr. 1, S. 61.

Phleps 1942 — H. Phleps, Holzbaukunst, Der Blockbau, Karlsruhe 1942.

RDK — Reallexikon der deutschen Kunstgeschichte, begründet von O. Schmitt, Stuttgart 1937 ff.

Rivius 1548 — Vitruvius Teutsch, Nemlichen des aller namhafftigisten vnd hocherfarnesten Römischen Architecti vnd Kunstreichen Werck oder Baumeisters Marci Vitruvii Pollionis Zehen Bücher von der Architectur vnd künstlichem Bawen ... in Truck verordnet Durch D. Gualtherum H. Rivium ... Nürnberg ... Anno MDXLVIII.

Rivius 1558 — Der Architectur fürnembsten, notwendigsten, angehörigen Mathematischen vnd Mechanischen Künst eygentlicher bericht vnd verstendliche vnterrichtung, zu rechtem verstandt der lehr Vitruvij, ... in Truck verordnet Durch Gualtherum H. Rivium ... Nürnberg ... Anno 1558. Je mit eigener Paginierung I. Buch der newen Perspectiua, II. Buch der Geometrischen Büxenmeisterey, III. Buch der Geometrischen Messung, angeschlossen: Wage und Gewicht.

Romanini 1964	A. M. Romanini, L'architettura gotica in Lombardia, 2 vol., Milano 1964.
Rott 1933	H. Rott, Quellen und Forschungen zur südwestdeutschen und schweizerischen Kunstgeschichte im 15. und 16. Jahrh., I. Bodenseegebiet, Stuttgart 1933.
Rumler 1849	K. Rumler, Übersicht der Maße, Gewichte und Währungen, Wien 1849.
Sandrart-Volkmann 1770	J. v. Sandrart, Teutsche Academie der Bau-, Bildhauer- und Maler-Kunst, erneuert von J. J. Volkmann, Nürnberg 1770.
Scamozzi 1615	O. B. Scamozzi, Dell'idea della architettura universale, Venetia 1615.
Schlosser 1892	J. v. Schlosser, Schriftquellen zur Geschichte der karolingischen Kunst, Wien 1892.
Schmieder 1929	L. Schmieder, Das Benediktinierkloster St. Blasien, Augsburg 1929.
Schmithals-Klemm 1958	H. Schmithals und F. Klemm, Handwerk und Technik vergangener Jahrhunderte, Tübingen 1958.
Schmuttermayer	Hans Schmuttermayer's Fialenbüchlein, in: Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit, 1881, NF 28, Sp. 65.
Siebenhüner 1944	H. Siebenhüner, Deutsche Künstler am Mailänder Dom, München 1944.
Stettiner 1905	R. Stettiner, Die illustrierten Prudentiushandschriften, Berlin 1905.
Troescher 1932	G. Troescher, Klaus Sluter und die burgundische Plastik um die Wende des 14. Jahrhunderts, Freiburg i. Br. 1932.
Tucher	Endres Tuchers Baumeisterbuch der Stadt Nürnberg (1464—1475) hrsg. durch M. Lexer, Stuttgart 1862.
Ueberwasser 1949	W. Ueberwasser, Maßgerechte Bauplanung der Gotik an Beispielen Villards de Honnecourt, in: Kunstchronik II 1949, S. 200.
Weber 1904	L. Weber, San Petronio in Bologna, Beiträge zur Baugeschichte, Leipzig 1904.
Weyres 1959	W. Weyres, Das System des Kölner Chorgrundrisses, in: Kölner Domblatt, Jahrbuch des Zentral-Dombauvereins, 16./17. Folge, 1959, S. 97.
Wilkes-Rotthoff 1957	C. Wilkes und G. Rotthoff, Die Stiftskirche des hl. Viktor zu Xanten, Die Baurechnungen der Jahre 1356 bis 1437, Berlin 1957.
Wittkower 1953	R. Wittkower, Systems of Proportion, in: Architect's Year Book 5, 1953, S. 9.

Herkunft der Abbildungen

1. Beltrami Fig. 4. — **2.** ebenda, Fig. 1. — **3.** ebenda, Fig. 2. — **4.** ebenda, Fig. 3. — **5.** Dehio 1895 (Proportionsgesetz) Fig. 94. — **6.** Zeising 1854, Fig. 166. — **7.** Wyneken 1907, Taf. 10, 5. — **8.** Witzel 1914, Taf. X, 1. — **9.** Klopfer 1919, Abb. 15. — **10.** Lund 1921, Fig. 115. — **11.** Mössel 1926, Abb. 43. — **12.** Kloeppel 1935, Abb. 48. — **13.** Kletzl 1936 (Freiburg), Abb. 3 samt Deckblatt. — **14.** Ueberwasser 1939 (Freiburg), Abb. 1b. — **17.** Haase 1914—19, VII auf S. 135. — **19.** Dehio 1895 (Triangulation), Fig. 2. — **20.** Beltrami, Fig. 28, 3. — **21.** ebenda, Fig. 30. — **22.** Siebenhüner 1944, Taf. 44. — **23.** Beltrami, Fig. 30 und Romanini 1964, Fig. 89. — **25.** Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit, NF 28, 1881, Taf. nach S. 78. — **26.** 1. Drach 1897 Taf. I, 4; 2. Witzel 1914, Taf. I, 1; 3. Booz 1956, Abb. 1; 4. Mojon 1967, Fig. 11. — **32.** Funk 1955, Abb. 7. — **33.** Hoffstadt 1840, Taf. XIII B. — **34.** Lassus 1858, Taf. XXXVIII. — **35.** ebenda, Taf. XXXVI, XXXVII. — **36.** Ueberwasser 1935, Abb. 7. — **37.** Velte 1951, Taf. VIII. — **38.** Lassus 1858, Taf. XXVIII. — **39.** ebenda, Taf. LXII. — **40.** ebenda, Taf. XXXIX. — **41.** ebenda, Taf. LVIII. — **42.** Rott 1933, Abb. 10. — **43.** Herzog Johann von der Pfalz, Kunst des Messens, Frankfurt 1531 (Schmithals-Klemm 1958, Abb. 6). — **44.** Eygentliche Beschreibung aller Stände auff Erden, Frankfurt a.M. 1568 (G. Hirth, Kulturgeschichtl. Bilderbuch aus drei Jahrhunderten, Bd. 3, Leipzig—München 1897, Nr. 1243). — **45.** Colombier 1953, Taf. IV, 6. — **46.** Rivius 1548, fol. XI. — **47.** Rodericus Zamorensis, Speculum vitae humanae, Augsburg (Günter Zainer) 1471 (Grote 1959, S. 47). — **48.** 3. Dürer, Melencolia I, 1514; 4. Künstbuechlin, gerechten gründtlichen gebrauchs aller kunstbaren Werckleüt, Augsburg (H. Steiner) 1535, Titelblatt; 5. Rivius 1548 (vgl. Abb. 46); 6. J. J. Schübler, Perspectiva, Pes picturae, das ist: Kurtze und leichte Verfaßung der practicabelsten Regul zur Perspectivischen Zeichnungs-Kunst ... Nürnberg 1719, Tab. D; 7. Sandrart-Volkmann, 1770 S. 5 —, **50.** Foto Dombrowski. — **51.** 1. und 3. J. Overbeck und A. Mau, Pompeji in seinen Gebäuden Altertümern und Kunstwerken, Leipzig 1884, Fig. 257; 2. Brandt 1927, Abb. 115; 4. Bernt 1939, Abb. 162; 5. Kunstdenkmäler Bayern, II. Oberpfalz und Regensburg, VIII. BA. Vohenstrauß, Abb. 42. — **52.** 1. und 2. Meder 1919, Abb. 68, 67. — **53.** 1. (vgl. Abb. 50); 2. Colombier 1953, Fig. 14; 3. Moreau-Nélaton 1915, Taf. 66; 4. Kraus 1876, Taf. I; 5. K. Plicka, Praga Regia, Prag o. J., Taf. 108.; 6. Foto v. Osterhausen; 7. Gerstenberg 1966, S. 179; 8. wie 6; 9. Kletzl 1941 (Bauhüttenkunst), Abb. 3; 10. Grote 1959, Abb. 4; 11. (vgl. Abb. 46). — **54.** 1. Gerstenberg 1966, S. 217; 2. ebenda, S. 126; 3. (vgl. Abb. 3); 4. Petrarca, Trostspiegel, Frankfurt a. M. 1620 (G. Steinhausen, Gesch. d. dt. Kultur, Leipzig—Wien 1913, Bd. 2, S. 64; 5. (vgl. Abb. 46). — **55.** 1. Buchner 1953, Taf. 111; 2. Gerstenberg 1966, S. 182; 3. Morgan 1961, Fig. 2; 4. Grote 1959, S. 74; 5. Gerstenberg 1966, S. 187; 6. Rott 1933, Abb. 54; 7. Dürer, Melancolia I, 1514; 8. (vgl. Abb. 46). — **56.** Paris Bibl. nat. ms. lat. 15158 (Stettiner 1905, Taf. 200, 14). — **57.** St. Gallen Stiftsbibl. Ms. 135 (ebenda, Taf. 191, 17). — **58.** Moreau-Nélaton 1915, Fig. 2. — **59.** 1. Kletzl 1941 (Straßburg), Abb. 23; 2. Friederich 1932, Abb. 110; Colombier 1953, Fig. 7; 3. Hahnloser 1935, Taf. 39a; 4. RDK II, Sp. 97; Gerstenberg 1966, S. 34; 5. Wien Nationalbibl., Cod. 2554 (Kletzl 1941 (Straßburg), Abb. 25; Gerstenberg 1966, S. 33); 6. (vgl. Abb. 56); 7. (vgl. Abb. 70); 8. Scamozzi, Tutte l'opere d'architettura et prospettiva di Sebastiano Serlio, Venetia 1619, Titelblatt zu Buch II und IV; 9. Bernt 1939, Abb. 156. — **60.** (wie Abb. 59, 8). — **61.** Bildarchiv Foto Marburg 136 916. — **62.** Brunet 1928, Fig. 17. — **63.** Ivekovic 1927, Abb. 9. — **64.** 1. Clarke-Engelbach 1930, Fig. 264; 2. Clemen 1937, Fig. 218; 3. (wie Abb. 54, 4); 4. Rivius 1548, fol. CCXVI; 5. Dietterlin 1598, Titelblatt zu Buch II und IV; 6. Félibien 1699, Taf. IX; 7. Penther, Ausführliche Anleitung zur Bürgerlichen Bau-Kunst, Teil II, Augsburg 1745, Taf. 70. — **66.** Lyon Bibl. du Palais des Arts, Ms. No. 22 (Stettiner 1905, Taf. 123/124, Abb. 3); — **67.** Michael Furter, Basel 1496 (Grote 1959, S. 13). — **68.** Elia del Re, Arithmetica e geometria prattica, Napoli 1697, parte seconda, p. 78. — **69.** 1. Gimpel 1958, S. 167 (nur in einem Teil der Auflage); 2. Colombier 1953, Fig. 14; 3. London Brit Mus. Cotton MS. Nero D.1 (Colombier 1953, Fig. 15); 4. Nürnberg German. Nat. Museum (Friederich 1962, Abb. 112); 5. Wien Nat. Bibl., Ms. 2549 (RDK I, Sp. 1523; Colombier 1953, Taf. XIII, 22); 6. Heideloff 1852, Heft 23, Taf. 5f; 7. Gerstenberg 1966, S. 76; 8. (wie Abb. 54, 4); 9. (wie Abb. 46); 10. (wie Abb. 54, 4); 11. Dietterlin 1598, Titelblatt zu Buch II und IV; 12. Sandrart-Volkmann 1770, S. 5. — **70.** Colombier 1953, Fig. 15.

Reproduktionen aus dem im Stadtarchiv zu Köln (Wf 276*) aufbewahrten Musterbuch des Jakob Facht (Abb. 24 und 27—31) hat das Rheinische Bildarchiv, Köln freundlichst bereitgestellt.

Die Reinzeichnungen folgender Abbildungen verdanke ich den Assistenten des Lehrstuhls für Baugeschichte der Techn. Universität Braunschweig: Abb. 15, 16, 20, 23, 26 und 37 Frau Dipl.-Ing. Hildegard Petersen, Abb. 18, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 59, 64, 65 und 69 Herrn Dipl.-Ing. Fritz von Osterhausen,